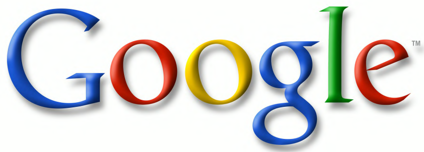








9-6-W. 10.

DICCIONARIO
UNIVERSAL
DE FÍSICA.

DICCIONARIO UNIVERSAL DE FÍSICA

ESCRITO EN FRANCÉS

POR M. BRISSON,

INDIVIDUO QUE FUÉ DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARÍS, MAESTRO DE FÍSICA É HISTORIA NATURAL DE LOS INFANTES DE FRANCIA, PROFESOR REAL DE FÍSICA EXPERIMENTAL EN EL COLEGIO DE NAVARRA, CENSOR REAL, Y ACTUALMENTE INDIVIDUO DEL INSTITUTO NACIONAL DE FRANCIA, EN EL RAMO DE FÍSICA:

TRADUCIDO AL CASTELLANO, Y AUMENTADO CON LOS NUEVOS DESCUBRIMIENTOS POSTERIORES A SU PUBLICACION

Por D. C. C.

E



TOMO IV.

DE ÓRDEN SUPERIOR.

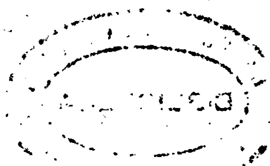
MADRID: EN LA IMPRENTA REAL.

POR D. PEDRO JULIAN PEREYRA, IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

AÑO DE 1798.

Regalo del catedrático de Farmacia Dn. Santiago de Olózaga á la Biblioteca de su cargo.

Julio de 1880.



Á S. M. CATÓLICA

LA REYNA NUESTRA SEÑORA

DOÑA MARIA LUISA DE BORBON.

SEÑORA:

Esta Obra hubiera perecido sin la benigna acogida que ha encontrado en el Trono.

Con-

Convencido Alexandro de que la verdadera fuerza y riqueza de un Estado dependen del estudio de la Naturaleza, prefirió ser Padre de las Ciencias á la gloria que le mereciéron las rápidas conquistas con que asombró á la Tierra. Nuestros Anales presentan á un Alfonso que le aventajó en alentar los progresos de la Razon; á un Fernando é Isabel, que duplicáron el Mundo, habiendo civilizado Naciones muy numerosas; á la Madre del Emperador Cárlos

los V, Doña Juana de Castilla, que en los viages científicos que de su órden se hiciéron á las Indias, dexó eternos monimentos de la singular proteccion que dispensó á la Historia Natural; y nuestros Anales presentarán á María Luisa de Borbon, que, muy superior á todas, vivifica un Libro, que es el apoyo de la Agricultura, el código de las Artes, el verdadero principio del Comercio, únicas fuentes de la prosperidad de los Pueblos; para que iluminada España por

la

la Física Experimental sea feliz, dando valor á las inmensas riquezas que produce su inagotable suelo.

Dígnese V. M. permitirme este sincero testimonio de respeto y gratitud con que soy,

SEÑORA,

A L. R. P. de V. M.

su humilde y fiel vasallo

Christóbal Cladera.

DISCURSO PRELIMINAR.

Los que creen que la Física es una mera diversion; que no es la base de todas las Ciencias; la madre de la Agricultura y de las Artes; que el Comercio puede prosperar sin grandes conocimientos físicos; que la salud y curacion de los hombres no depende de la observacion iluminada por esta maestra universal; en una palabra, que las Naciones pueden florecer sin el estudio de la sabia Naturaleza; los que así piensen por su desgracia oigan al inmortal Bacon de Verulamio: „Las especulaciones puramente ideales, dice, desvian al hombre de la contemplacion de la Naturaleza, de la observacion y de la experiencia, y le precipitan en las ilusiones que se finge. Con mucha razon decia pues Heráclito, hablando de esta secta de Idealistas (que sin embargo pasaban por Filósofos de sublimes pensamientos), *que buscaban la verdad en los pequeños mundos que se forjaban, y no en el verdadero Universo.*"

Quando anunciamos al público la subscripcion á esta Obra, deseosos de dar una noticia puntual de ella, fué preciso omitir algunas circunstancias que la hacen muy superior á quantas hasta el dia se conocen en su clase; porque creimos que la mayor prueba de su perfeccion debia resultar de la puntualidad y exâctitud en su traduccion; del acierto y discernimiento con que se adicionase, y, en caso de merecerlo, del testimonio de los Sabios de la Nacion; pues la opinion general á favor de una Obra es la señal menos equívoca de su verdadero mérito y utilidad.

Ahora que ya hemos publicado quatro tomos, no podemos menos de añadir, que la superioridad que lleva el Diccionario de Física de Brisson á quantos se han dado á

luz en Europa es tan notoria, que aun excede al de la Enciclopedia metódica, que segun confiesan sus Autores (1), no contiene nocion alguna elemental de Matemáticas, ningun Artículo de Química, de Anatomía, de Astronomía, Física de los vegetales &c., al paso que en el de Brisson se tratan todos estos ramos con la debida extension. Y á la verdad, ¿qué Física puede abrazar un solo tomo en quarto de la Enciclopedia, que es el único destinado para esta principalísima parte de los conocimientos humanos, si este defecto no se suple con tener que recurrir á otras obras, lo que necesariamente ha de producir mayor costo y no poca confusion?

Los rapidísimos y agitados pasos que ha dado esta Ciencia desde veinte años han hecho indispensables, para formar un buen Diccionario, los excelentes Anales de Química de Morveau, Lavoisier, Monge, Berthollet, Fourcroy, Adet, Hassenfrats, Dietrich, Saguin, Vauguelin y Peletier en Francia; los de Brugnatelli en Italia; varios Diarios de Física; las obras de Crell en Alemania; la selectísima Biblioteca Británica, que reune los descubrimientos que hacen los Ingleses en dicha Ciencia; la de Física que contiene los que se hacen en toda Europa; con otros infinitos Tratados y Memorias que se leen en las mas célebres Academias, para llenar el vacío de 10 años que se encuentra en el original de Brisson. Así es, que el número de los Artículos añadidos á este, ó ampliados en los tres tomos primeros pasan de ciento, sin cuya circunstancia no tendria la España una Obra cuya falta solo puede suplirse con una prodigiosa multitud de volúmenes.

El

(1) Encyclopedie methodique, ou par ordre des matieres. Plan du travail &c. pag. 7.

El Diccionario de Física traducido no es una compilacion alfabética de meras voces y definiciones; es un cuerpo de excelentes Disertaciones y Tratados particulares impresos en forma de vocabulario para mayor comodidad de los que solo quieran estudiar algun punto particular, y la mayor facilidad de hallarlo; y el mejor Curso completo de Física que hay en la Europa, para que los jóvenes puedan instruirse por principios, estudiándolo segun el órden que se prescribe en el Discurso preliminar: de modo que para unos es Diccionario, y para otros un Tratado elemental, en que de las propiedades generales de los cuerpos ó Física general, se pasa á las particulares ó Física particular, que es el ramo que tanto se ha adelantado, ó, por mejor decir, creado de nuevo últimamente.

Atendiendo S. M. á todas estas razones; precedido el informe de la Junta de Maestros de su Real Colegio de Cádiz, en que se enseñaba la Física por Muschembroeck; y á instancia de la Suprema Junta gubernativa de Estudios, ha expedido la Real órden siguiente por su Ministerio de Marina en 4 de Marzo último.

„Conformándose el Rey con la propuesta de la Junta Superior gubernativa de 27 de Enero de este año, quiere S. M. que para la instruccion de los jóvenes del Real Colegio de Cirugía de Cádiz se siga en él en punto á Física el Diccionario de Brisson traducido: lo que participo á V.S. de Real órden para que disponga la Junta su cumplimiento. = Juan de Lángara. = Al Sr. D. Pedro Custodio Gutierrez."

Ademas de este testimonio nada equívoco del aprecio que ha merecido á nuestro Augusto Monarca la Obra que publicamos; deseando S. M. que se concluya quanto antes, ha proporcionado fondos para su impresion: á cuyo

fin el Exc. Sr. D. Miguel Cayetano Soler, Ministro de Hacienda, no solo ha dado las mas seguras providencias para que se verifiquen y cumplan las soberanas intenciones, sino que ha contribuido con sus luces y superior instruccion en estas materias, tan íntimamente unidas con la Economía política, á que este Diccionario toque los extremos de su perfeccion, y se entienda, que la Física es, en la Ciencia de la felicidad de las Naciones, aquel punto fixo que en la Mecánica pedia Arquímides para mover el globo de la Tierra. (1)

Habiendo *Brisson* publicado últimamente un nuevo Suplemento á su Diccionario, prevenimos al público que los Artículos que le componen se insertarán en este en sus debidos lugares, como se ha hecho con el primero que dió en 1784, reservando para el fin de la Obra aquellos que correpondan á las cinco letras que ya estan impresas.

Esto mismo manifiesta quan superior es nuestro Diccionario al original, pues ademas de la mayor extension de nuestro plan, lleva incluso en el texto lo que en *Brisson* compone dos Suplementos, con la notable circunstancias de costar á los Subscriptores una tercera parte menos que el Francés.

(1) Plutarch. tom. 1. pag. 306, in Marcell.

DIC-

DICCIONARIO UNIVERSAL

DE FÍSICA.

E

* EBULICION. Estado de un licor expuesto á la accion del fuego, y del que algunas partes se levantan en forma de borbotones causados por esta misma accion.

En el Artículo *hervir* exponemos la opinion de algunos Físicos sobre la causa de la *Ebulicion*, diciendo que la atribuyen al ayre que se desprende de las partículas del agua (*Véase* HERVIR.); pero todo el mundo sabe que se puede hervir la masa de agua que se quiera hasta la sequedad, y total evaporacion; ademas de que la experiencia enseña que el agua solo contiene una cantidad de ayre, que con corta diferencia iguala á la trigésima parte de su volúmen. Luego ¿cómo se ha de concebir que una cantidad tan corta de ayre pueda bastar para toda esta *Ebulicion*? Es tan indubitable que esta proviene de otra causa, quanto el agua purgada de ayre hervirá al mismo fuego con tanta fuerza como la no purgada. ¿Quál es, pues, esta otra causa? Procuremos apearla.

Póngase al fuego un vaso de vidrio, á fin de ver lo que sucede adentro: tómense las precauciones necesarias para que pueda el agua hervir en él sin que se quiebre; y en el momento se advertirán sus paredes interiores sembradas de burbujitas mas transparentes que el agua, las que efectivamente son pequeñas porciones de la lámina ó chapa de ayre, que antes estaba adherida á la superficie interior del vaso, y que ha dilatado el calor. Quando esta dilatacion ha llegado á un cierto punto, y ha crecido su ligereza respectiva en términos que pueda vencer su adherencia, atraviesan el liquor, llegan á la superficie, y se es-

escapan: hasta ahora no tenemos *Ebulicion*. Poco despues se ve que se levanta del fondo un vapor fino semejante al que se observa al rededor de las estufas; que se divide y evapora en toda la masa del agua, la que pierde su limpieza, y se vuelve algo turbia: este vapor no es otra cosa que la materia del fuego que atraviesa en bastante cantidad por entre los poros del vaso y del agua. Pasado algun tiempo se presenta la masa del liquor llena de ampollas casi imperceptibles, que turban su transparencia, y se levantan en la superficie: estas burbugitas tambien son la materia del fuego, pero que se criba en mayor volúmen, porque estan mas abiertos los poros del vaso y del agua, por cuya razon es mayor la capacidad del mismo vaso y el volúmen del agua: á pesar de tan gran cantidad de fuego aun no se verifica *Ebulicion*. Finalmente, el fondo del vaso, que se supone la parte mas expuesta á la accion del fuego, parece lleno de muchos agujeritos, de donde se ve salir un fluido muy transparente, que se divide en cañitos, que, como la llama, se levantan con rapidez, elevando el agua por todas partes: y he aquí la *Ebulicion*. Pero lo que se ve salir de los agujeros, ¿es el mismo fuego ú otro fluido? Parece que es una porcion del agua reducida á vapor por el demasiado calor que experimenta en el fondo del vaso, sucediendo lo mismo á una gota de agua que se echa sobre un hierro muy caliente; pues se evapora con prontitud, formando muchos borbotoncitos que se revientan en el momento que nacen; y si estubieran cubiertos de agua caliente, en lugar de reventarse, se hundirian en el liquor, le levantarian, y le harian hervir.

Lo que prueba la solidez de esta opinion es que los metales derretidos no hierven por sí mismos por calientes que esten, pues solo se evaporan en la parte superior, y entonces el vapor que siempre tiende á subir no puede atravesar el metal derretido. No se nos oponga que su peso es causa de que no hiervan; pues el mercurio, que es mas pesa-

sado que todos los metales, excepto el oro y la platina, hierve como el agua, porque se reduce á vapores debaxo y en el lugar expuesto al fuego, quando ha adquirido el grado de calor que se necesita; y los mismos metales lo hacen muy fácilmente en el momento en que se les ha introducido alguna substancia capaz de suministrar el vapor, como un pedacito de leña &c. Luego la verdadera causa de la *Ebulicion* es una porcion del liquor reducido á vapor muy sutil por la accion del fuego: luego no es efecto solo del calor.

Quando el agua ha comenzado su hervor, ya no se calienta mas, porque entonces sus poros estan bastante abiertos para permitir que la materia del fuego salga con tanta libertad como entró; de suerte, que su cantidad ya no puede aumentarse: luego en este caso ya no puede acumularse mas, habiendo crecido su volúmen $\frac{1}{26}$; bien que hay algunas diferencias en el grado de calor del agua hirviendo al ayre libre, y en el aumento de su volúmen; las que dependen de la mayor ó menor presion de la atmósfera, que experimenta el agua en el instante y lugar en que se hierve.

Supuesto que la *Ebulicion* se produce por una porcion del liquor reducido á vapores, que atravesando la masa, se disipan y pasan al ayre; si se continúa haciendo hervir este liquor, todas sus partes se evaporarán sucesivamente, y hasta la sequedad: y he aquí lo que forma los fluidos elásticos no permanentes. (*Véase* GAS.)

Pero si la disipacion de una substancia es repentina; si todas sus partes se evaporan á un tiempo, hace una explosion violenta; porque pasando al estado de fluido elástico, adquiere un volúmen prodigioso en comparacion del que tenia antes. Esto mismo sucede en la inflamacion de la pólvora, como en la fulminacion del polvo fulminante, del oro y de la plata tambien fulminantes. El que haga estos experimentos de fulminacion debe apar-

tar-

tarse, y tomar todas las precauciones necesarias para que no le hieran, principalmente si se hace uso de la plata fulminante, recien descubierta por *Berthollet*, de la Real Academia de las Ciencias, y con la que no pueden compararse las demas substancias fulminantes. Para hacer que fulmine la pólvora se necesita el contacto de un cuerpo inflamado; para que el oro fulminante fulmine, es preciso que tome un grado de calor sensible, al paso que el contacto de un cuerpo qualquiera, aunque sea frio y el mas diminuto, basta para que detone la plata fulminante. En fin, este producto una vez obtenido, ya no puede tocarse sin fulminar; en una palabra, es un ser verdaderamente *intactil*. Brisson *Trat. elem. de Física.* *

ECLIPSE. Privacion de luz en algun cuerpo celeste por la interposicion de otro. Siempre que un astro luminoso ó iluminado se nos oculta á la vista por la interposicion de un cuerpo que nos quita la luz del todo ó en parte, si es luminoso por sí, ó que impide que le llegue la luz de otro astro, quando solo tiene una luz prestada, decimos que está *eclipsado*. Este *Eclipse* ó es *parcial ó total*: lo primero, si el cuerpo interpuesto solo nos priva de una parte de la luz del astro; y lo segundo, quando nos priva de toda ella.

Tres especies principales de *Eclipses* se conocen; á saber, los *Eclipses de Sol*, los *de Luna*, y los *de los Satélites*, de los que hablarémos en otros tantos Artículos particulares. Sucede tambien con mucha freqüencia, que las estrellas se eclipsan por la Luna ó por algun otro planéta; y que igualmente los planetas se eclipsan unos á otros.

En cada *Eclipse* se han de observar tres cosas principales; á saber, el principio, el medio y el fin, debiéndose tomar todas las precauciones necesarias para saber la hora exâcta de cada una de estas fases. En los *Eclipses* totales tambien hay dos fases que observar, y son la *inmersion* y *emersion*; es decir, el momento en que entra

tra el astro en la sombra, y el en que sale de ella; en cada una de las quales es preciso coger el principio y el fin, que se llaman *inmersion total* y *emersion total.* (*Véase* Inmersion y Emersion.)

Otra cosa debe observarse ademas en cada *Eclipse*; á saber, su magnitud, esto es, la porcion del astro *eclipsado* que está cubierta por la sombra. Para medir esta magnitud, se supone dividida en 12 partes iguales, llamadas *dedos* ó *dígitos*, la latitud del astro *eclipsado*, ó mas bien el diámetro, que corta la sombra, ó que, prolongado, la cortaria por su centro en el momento mismo del medio del *Eclipse*: contando despues quantas de estas partes se hallan cubiertas por la sombra, se dice, este *Eclipse* ha sido de 2, de 4, de 7, de 10 dedos &c.; y para tener esta cantidad, he aquí la regla general: la parte *eclipsada* es igual á la suma de los semidiámetros del astro y de la sombra, menos la distancia mas corta de los centros de la sombra y del astro. En los *Eclipses* de Luna que son totales, muchas veces se dice que la magnitud del *Eclipse* es de mas de 12 dedos, á pesar de que el diámetro de la Luna solo contiene dicho número; lo qual sucede siempre que el cuerpo de la Luna se halla sumergido en la sombra mas de lo que se necesitaria para que estuviera enteramente *eclipsada*. De esta clase fuéron los últimos *Eclipses de Luna* del año de 1768; el de 30 de Junio fue de cerca de 14 dedos y medio, y el de 23 de Diciembre de cerca de 21 dedos; la razon es porque en ellos se comprehende la parte de la sombra que sale del borde de la Luna: luego baxo el nombre de la parte *eclipsada* se entiende toda la cantidad que se eclipsaria en efecto si la Luna tuviese un diámetro bastante grande para extenderse hasta el límite de la sombra.

Eclipse de luna. Obscuridad que produce en el disco de la Luna la sombra de la Tierra colocada entre el Sol y la Luna. Quando se intercepta por la Tierra la luz

del Sol, de suerte que no pueda iluminar á la Luna, que hallándose del lado opuesto al Sol, está sumergida en el cono de la sombra formado por la Tierra, se obscurece del todo ó en parte el disco de la Luna, y se dice que está *eclipsada*; lo qual sucede siempre que el Sol, la Tierra y la Luna se hallan en una misma línea recta; para lo que se requiere que el Sol esté en uno de los nodos de la Luna, ó muy inmediato á él, al mismo tiempo que la Luna está en el nodo, ó muy cerca del nodo opuesto; porque no saliendo jamas de la Eclíptica el centro del Sol y el de la Tierra, estando la órbita de la Luna inclinada á la Eclíptica algo mas de 5 grados, si la Luna se encuentra al tiempo de su oposicion en qualquiera otro punto de su órbita que en el uno de sus nodos, ó cerca de este nodo, entonces tiene demasiada latitud para ser eclipsada; y la luz del Sol pasa por encima ó por debaxo de la Tierra para llegar hasta la Luna, é iluminarla. Luego si la Luna se halla al tiempo de su oposicion en el uno de sus nodos, ó muy cerca, estando el Sol en el nodo, ó cerca del nodo opuesto, habrá *Eclipse de Luna*; y será tanto mayor quanto la Luna esté mas inmediata á su nodo; de suerte, que si al tiempo de la oposicion se encontrase precisamente la Luna en su nodo, el *Eclipse* seria *central*, y aun total y con detencion. Supongamos, como lo hemos hecho hablando del *Eclipse de Sol*, que la línea *EE* (*Lám. LX*, *fig. 1*) es una porcion de la Eclíptica: como el centro de la Tierra jamas sale de esta línea, el centro de su sombra se halla siempre en ella: y así esta sombra se representa por las manchas negras y circulares *A*, *B*, *C*, *D*, cortadas diametralmente por la Eclíptica; siendo como secciones perpendiculares al exe del cono umbroso que forma la Tierra, que se ha de suponer delante de la figura, teniendo al Sol detrás de ella. Supongamos tambien que la línea *LL* es una porcion de la órbita de la Luna, que córta á la línea *EE* en el punto *N* llamado nudo ó nodo, formando

con

con ella un ángulo de algo mas de 5 grados, cuya cantidad se halla inclinada á la Eclíptica la órbita de la Luna. Si al momento de su oposicion está la Luna en el punto *F* de su órbita, distará demasiado de su nodo que se halla en *N*, teniendo demasiada latitud para poder llegar al cono umbroso; quedará iluminada, y no habrá *Eclipse*. Pero si se encuentra en el punto *G*, teniendo menos latitud, una porcion del disco se sumergirá en la sombra, y de este modo quedará privada de luz: luego habrá un *Eclipse*, bien que *parcial*; y que seria mayor si la Luna estuviera mas cerca de su nodo, como en el punto *H*. En fin, si, al momento de la oposicion, se encuentra la Luna precisamente en su nodo *N*, el *Eclipse* no solo será *total*, sino tambien central, y aun con detencion, porque el centro de la Luna corresponderá al centro ó al exe del cono umbroso formado por la Tierra; y ocupando este cono umbroso *DEC* (*Lám. LXI, fig. 1*) en la órbita de la Luna, un espacio *FG* ó *fg*, mayor que el diámetro de la Luna *L* ó *M*, necesitará este planeta para atravesarlo un tiempo tanto mayor quanto exceda el diámetro de la sombra al de la Luna, lo que causa la detencion de este planeta en la sombra. El caso mas favorable para que esta detencion sea la mas larga posible, es que el Sol *S* se halle en apogéo, y la Luna *L* en perigéo, porque entonces el cono umbroso es el mayor posible; y estando la Luna en el punto *L* de su órbita, que es el mas cercano á la Tierra, se encuentra tambien que atraviesa la sombra en el lugar en que esta tiene el mayor diámetro *FG* á que puede llegar la Luna; al paso que quando la Luna *M* está en apogéo, atraviesa al cono umbroso mas cerca de su vértice *C*, y por consiguiente en un lugar *fg* en que esta sombra es mas estrecha.

Quando la Luna está totalmente eclipsada, no por eso dexa siempre de ser visible; pues por lo regular se ve de un color de cobre ó de hierro encendido que comienza á apagarse; cuyo efecto proviene de los rayos

yos solares que se refractan en la atmósfera terrestre, y que, cruzándose despues de haberse refractado, iluminan con debilidad á la Luna, que ya no recibe los rayos directos. Esta luz es débil porque es muy poca, y se acerca al roxo, porque solo los rayos propios para producir este color pueden atravesar enteramente nuestra atmósfera en dichas circunstancias; bien que este color varía considerablemente en los diferentes *Eclipses*; y es tanto mas obscuro, quanto la Luna *L* está mas cerca de la Tierra al momento del *Eclipse*, porque entonces los rayos quebrados por la atmósfera no llegan hasta el centro de la sombra, ó al exe del cono, á causa de su anchura: tambien se han visto *Eclipses* en que la Luna desaparecia enteramente; pero esto es muy raro.

La Luna comienza siempre á *eclipsarse* por su borde oriental *O*: lo qual proviene de que anda mas de prisa en su órbita de lo que parece lo hace el Sol en la Eclíptica, y por consiguiente debe encontrar á la sombra de la Tierra, segun la direccion de su movimiento *GF*, la que es de Occidente á Oriente.

Siendo la Tierra mucho mas grande que la Luna, forma su sombra un cono mucho mayor que el de la sombra lunar, y cuyo vértice *C* se extiende mucho mas allá de la órbita de la Luna; por cuya razon un *Eclipse de Luna* se advierte desde todos los lugares *DHE* de la Tierra, en que seria visible este planeta si no estuviera eclipsado.

Eclipse de Sol. Ocultacion del Sol por la Luna, colocada entre el Sol y la Tierra. Quando la luz del Sol se intercepta por la Luna, de modo que esté oculto el Sol en todo ó en parte para un observador qualquiera, se dice que el Sol está *eclipsado*; pues aunque mas bien lo está la Tierra sobre cuya superficie cae la sombra de la Luna, ha prevalecido la costumbre de llamar á este *Eclipse de Tierra*, un *Eclipse de Sol*. Hay *Eclipse de Sol* siempre que el Sol, la Luna y la Tierra se encuentran sobre la misma linea recta; y una vez cada mes, corriendo la Luna su órbi-

bita, pasa entre el Sol y la Tierra, y se halla en conjuncion: luego parece que debiera haber cada mes un *Eclipse de Sol*, lo que no dexaria de suceder si la órbita de la Luna se hallase en el mismo plano que la órbita de la Tierra; lo qual no sucede así. El centro del Sol y el de la Tierra jamas salen del plano de la Eclíptica; pero la órbita de la Luna está inclinada algo mas de 5 grados á este plano, y solo le corta en dos puntos llamados nodos: (*Véase* Nodos.) luego no basta, para que se verifique el *Eclipse de Sol*, que la Luna esté en conjuncion con este astro; pues se requiere ademas que se encuentre en sus nodos, ó muy cerca de ellos; porque si está muy distante de ellos, ó, lo que es lo mismo, si tiene bastante latitud, la luz del Sol pasará ó por encima ó por debaxo de la Luna, y de este modo llegará hasta la Tierra; pero si la Luna se encuentra entonces en el uno de sus nodos, ó muy cerca, habrá *Eclipse de Sol*; y este *Eclipse* será tanto mayor quanto la Luna esté mas cerca de su nodo; de suerte, que si al momento de la conjuncion se hallase la Luna precisamente en su nodo, el *Eclipse* seria *central*, y aun podria ser *total* y con detencion. Supongamos que la línea *E E* (*Lám. LX*, *fig. 2*) es una porcion de la Eclíptica; como el centro del Sol jamas sale de esta línea, en qualquiera punto de ella se le suponga, claro está que le corta diametralmente. Supongamos tambien que la linea *L L* es una porcion de la órbita de la Luna, que corta á la línea *E E* en el punto *N*, formando con ella un ángulo de algo mas de 5 grados, pues igual cantidad está la órbita de la Luna inclinada á la Eclíptica. Si al momento de su conjuncion se halla la Luna en el punto *F* de su órbita, distará demasiado de su nodo que está en *N*; tendrá demasiada latitud para podernos ocultar el Sol; y por consiguiente no habrá *Eclipse*. Pero si se halla en el punto *G*, teniendo menos latitud, nos ocultará una porcion del disco del Sol, y habrá *Eclipse parcial*, que todavía seria mayor si la Luna se acer-

acercase mas á su nodo como en el punto *H*. Finalmente, si al momento de la conjuncion la Luna se halla con precision en su nodo *N*, el *Eclipse* será *central*, porque el centro de la Luna corresponderá al centro del Sol; y si el diámetro aparente *A B* (*Lám. LXI*, *fig.* 3) del Sol *S* es mayor que su diámetro aparente *Q R* de la Luna *L*, excederá y formará al rededor de la Luna un anillo ó una corona luminosa, y el *Eclipse* será *anular*, como lo fue el de primero de Abril de 1764; cuyo anillo será tanto mas ancho, quanto mayor sea la diferencia entre los diámetros aparentes del Sol y de la Luna. Pero si el diámetro aparente *N O* (*fig.* 2) de la Luna *L* es tan grande ó mayor que el diámetro aparente *A B* del Sol *S*, este astro parecerá enteramente cubierto por la Luna: el *Eclipse* será *total*, y con detencion tanto mas larga, quanto el diámetro aparente de la Luna exceda al del Sol. Estos diámetros aparentes del Sol y de la Luna son tanto mayores, quanto mas cerca estan de nosotros estos astros; porque en este caso les vemos baxo de ángulos mas abiertos; lo que sucede quando se hallan en su perigêo: (*Véase* PERIGEO.) y al contrario estos diámetros aparentes son tanto menores, quanto estos astros distan mas de nosotros; lo que sucede quando estan en su apogéo. (*Véase* APOGEO.) Luego para que un *Eclipse de Sol* sea *anular* (*fig* 3), el caso mas favorable es que el Sol sea perigéo, y la Luna apogéa, y para que sea *total* (*fig.* 2) el caso mas favorable es que el Sol sea apogéo, y la Luna perigéa; y entonces se verifica *con la mayor detencion*, es decir, en este caso el disco entero del Sol está mas tiempo oculto para nosotros.

Siendo el movimiento de la Luna mas pronto que el del Sol, y dirigiéndose sus movimientos de uno y otro de Occidente á Oriente, esto es, el de la Luna de *O* á *N* (*fig.* 2), y de *R* á *Q* (*fig.* 3); y el del Sol de *B* á *A* (*fig.* 2 y 3); en este sentido se dice tambien que la Luna ex-

excede al Sol en velocidad; y por lo mismo siempre comienza á *eclipsarse* el Sol por su borde occidental *B*.

Como la Luna es muchísimo mas pequeña que la Tierra, forma su sombra un cono *NOC* (*fig.* 2) mucho mas chico: de suerte que en todos los *Eclipses de Sol* únicamente queda en la sombra una corta porcion *DEC* de la Tierra: este cono umbroso *QRC* (*fig.* 3) es tan corto, que muchas veces sucede que su vértice *C* no llega hasta la superficie *D* de la Tierra *T*, como en los *Eclipses anulares*; de lo que resultan dos cosas dignas de notarse: 1º que un *Eclipse de Sol* (*fig.* 2), aunque fuese *central*, no es visible para todas las partes de la Tierra *PDEQ* que entonces deben ser iluminadas por aquel astro; y que las que le advierten no ven al Sol *eclipsado* la misma cantidad, ni por el mismo borde del disco; porque los que se hallan en *F* solo ven *eclipsada* la parte *IB* del Sol *S*; y los que estan en *G* solo ven *eclipsada* la parte *KA* del mismo astro: al paso que un *Eclipse de Luna* (*fig.* 1) por la razon contraria se advierte en todas partes donde este planeta seria visible si no estuviera *eclipsado*: he aquí por qué son mucho mas raros los *Eclipses de Sol* que los de Luna para un lugar determinado: 2º Que en los *Eclipses anulares* (*fig.* 3), el anillo luminoso que rodea al disco de la Luna, solo dura algunos minutos para el mismo lugar, pues para verlo perfectamente debe tenerse la vista en el exe prolongado *CD* de la sombra lunar, cuyo exe corre con tanta velocidad, quanto el movimiento de la Luna excede en ligereza al del Sol.

¡Qué espectáculo el de un *Eclipse total de Sol*! La obscuridad que produce es repentina, y, para decirlo así, mayor que la de la noche mas tenebrosa: nadie se atreve á andar, porque no distingue ni sabe en donde pone el pie; los páxaros caen á tierra horrorizados con tan inesperadas tinieblas: las estrellas y planetas se ven tan claras como en las mas despejadas noches de invierno; y la luz zodiacal brilla mas que nunca. Desde el 22 de Mayo de 1724 no ha

ha-

habido en París *Eclipse total de Sol*: su obscuridad total duró dos minutos y un quarto; y la primera parte del astro que se descubrió arrojó un destello de luz tan repentina y viva, que al parecer disipó todas las tinieblas.

* En el *Diario de Física de Abril de* 1780 se lee la observacion del *Eclipse de Sol*, total, con detencion y anular del 24 de Junio de 1778, hecha en el Cabo de S. Vicente por *D. Antonio de Ulloa*, Comandante de la Esquadra de Nueva-España, con el descubrimiento de un nuevo fenómeno en la Luna. Este sabio Astrónomo advirtió distintamente, por la posicion en que se hallaba su navio, á la Luna y al Sol durante 76 segundos, y al disco del Sol por entre el cuerpo de la Luna, como por un agujero sumamente pequeño, antes que saliera enteramente de su disco. Este punto luminoso que daba el Sol por el agujero que atraviesa á la Luna de un hemisferio á otro, era de un encarnado encendido, y el anillo de un hermoso color de rosa. Para observar de nuevo este fenómeno seria preciso hallarse en iguales posiciones y circunstancias. El punto luminoso visto con un anteojo de tres pies se creyó del diámetro de una estrella de segunda magnitud: los sabios se han convenido en llamarle *la caverna luminosa lunar del navio la España. Don Joaquin de Aranda y Don Pedro Wintuysen*, que se hallaban en la galería del navio que montaba *Ulloa*, siguiéron á un tiempo, y descubriéron los progresos del Eclipse y del fenómeno de que hablamos; fenómeno del que ya habia visto y hablado *Bianchini* alguna cosa que se diferenciaba poco. Durante el *Eclipse de Sol* de 1778, se veian como de noche las estrellas de primera y segunda magnitud. Tal fué la obscuridad, que algunas personas de la tripulacion que despertáron á la sazon, creyéron, al ver brillar las estrellas, que efectivamente era de noche: los bípedos domésticos que estaban en el gallinero sobre el castillo, y aun los quadrúpedos que se hallaban dentro del navio, tambien se engañáron: los gallos cantáron como suelen hacerlo á media no-

noche, y los quadrúpedos se disponian para dormir. El *P. Beccaria* parece que mira á la partícula luminosa de que habla *Ulloa*, como efecto de un incendio por el crátero de un volcan en la Luna. *Valmont de Bomare*, *Dicc. de Historia Nat.* *

Eclipse de los Satelites. Obscuridad producida en el disco de un Satélite por la sombra de su Planeta principal, colocado entonces entre el Sol y el Satélite. Aquí solo hablamos de los *Eclipses de los Satélites de Júpiter*; porque son los únicos que se procuran observar.

Los Satélites de Júpiter giran muy de prisa al rededor de este Planeta: su órbita está poco inclinada á la de Júpiter; y su volúmen es muy chico en comparacion del de Júpiter. De aquí se sigue que estos Satélites, en cada una de sus revoluciones, necesariamente se sumergen en la sombra de Júpiter, por cuya razon sus *Eclipses* son muy freqüentes; pero es preciso tener presente, que antes de la oposicion de Júpiter, y durante todo el tiempo que pasa al meridiano por la mañana ó despues de media noche, los *Eclipses de sus Satélites* se hacen al occidente de Júpiter; y despues de su oposicion, y durante todo el tiempo que Júpiter pasa al meridiano por la tarde ó despues de mediodia, estos *Eclipses* se verifican al Oriente de Júpiter. La distancia aparente del Satélite, con respecto á Júpiter, al momento de un *Eclipse*, es tanto mayor, quanto Júpiter está mas cerca de su quadratura.

En todo *Eclipse de un Satélite* hay dos cosas que observar; á saber, su inmersion y su emersion. Quando el Satélite comienza á sumergirse en la sombra (este es el momento de su inmersion), se le ve disminuir poco á poco, y al fin desaparecer enteramente; á lo que se llama inmersion total. Despues debe atenderse mucho al momento de su emersion, que sucede al instante en que se comienza á ver despuntar el Satélite; á lo que se sigue verle aumentarse poco á poco hasta el momento de la emersion total.

Como los *Eclipses de los Satélites de Júpiter* pueden

 ad-

advertirse en el mismo instante de diferentes lugares de la tierra, son un medio muy seguro y práctico para inferir con exâctitud la diferencia de los meridianos de estos lugares, y por consiguiente su longitud. (*Véase* LONGITUD.)

ECLIPTICA. Uno de los círculos máxîmos móviles de la esfera *H G I* (*Lám. LIV*, *fig.* 4), que corta al equador en dos puntos diametralmente opuestos, y forma con él un ángulo de unos 23 grados y medio. Este es el círculo que parece corre el Sol con su movimiento annuo, y que realmente corre la Tierra de Occidente á Oriente en el espacio de un año: llámase *Eclíptica*, porque todos los eclipses se verifican en este círculo, pues el centro del Sol y el de la Tierra jamas se apartan de él.

La *Eclíptica* se divide, como todos los demas círculos, en 360 partes iguales ó grados; pero con esta diferencia, que en lugar de continuar contando los grados seguidos, como se hace comunmente, se divide este círculo en 12 partes iguales de 30 grados cada una, y á cada una de las quales se ha dado un nombre y un caracter particular, que se señala en la esfera sobre el zodíaco, que es una faxa ó banda circular de 16 grados de ancho, y dividida en dos partes iguales por la *Eclíptica*. (*Véase* ZODIACO.)

La *Eclíptica* toca á los trópicos en dos puntos *H* y *I* diametralmente opuestos, y que distan cada uno por una y otra parte 90 grados de los dos puntos en que corta al equador. Tambien corta al colúro de los equinoccios en estos dos últimos puntos; y al de los solsticios en los dos puntos en que toca á los trópicos.

Cada punto de la circunferencia de la *Eclíptica* dista 90 grados de dos puntos, llamados sus polos, y distantes de los polos *P Q* del equador cerca de 23 grados y medio.

Las longitudes de los astros se cuentan sobre la *Eclíptica* (*Véase* LONGITUD DE LOS ASTROS.); y su latitud se comienza á contar desde este círculo. (*Véase* LATITUD DE LOS ASTROS.)

He-

Hemos dicho que la *Ecliptica* se inclinaba al equador, y formaba con él un ángulo de cerca de 23 grados y medio: esta inclinacion ó ángulo se llama *Obliqüidad de la Ecliptica.* (*Véase* OBLIQUIDAD DE LA ECLIPTICA.)

ECLIPTICA. (*Obliqüidad de la*) (*Véase* OBLIQUIDAD DE LA ECLIPTITA.)

ECLIPTICA. (*Polos de la*) (*Véase* POLOS DE LA ECLIPTICA.)

[ECNEFIS. *Término de Física.* Llámase así una especie particular de huracan. (*Véase* HURACAN.) (*Véase* tambien la *Descripcion* del Cabo de Buena Esperanza por Kolbe, part. III.]

ECO. Sonido reflexo y despedido por un cuerpo sólido, con lo que se repite y renueva en el oido una ó mas veces. (*Véase* SONIDO.) Supongamos á uno colocado en *A* (*Lám. XXVII*, *fig.* 10), y que habla frente de un cuerpo elevado, por exemplo, un peñasco que está á cierta distancia. Si la parte *O* del peñasco se presenta perpendicularmente á la voz, siendo dicha parte qual debe ser para formar *Eco*, será reflectado el sonido hácia el que habla, y le oirá: si en *P Q* &c. hay otras partes dispuestas de igual modo, y mas distantes unas que otras del que habla, repetirá el *Eco* muchas veces una misma cosa; pero si todas estas partes pudieran reflectar el sonido hácia *V*, el que habla en *A* no oiria el *Eco*, al paso que le oiria muy bien otro colocado en *V*.

[Las partículas del ayre puestas en vibracion repiten el sonido por reflexîon (*Véase* SONIDO); pero no basta la simple reflexîon del ayre sonoro para producir el *Eco*, pues se seguiria que qualquiera superficie de un cuerpo sólido y duro seria á propósito para duplicar la voz ó el sonido, porque le podria reflectar; lo qual se opone á la experiencia. Luego parece que para producir el sonido se requiere una especie de bóveda que pueda reunirle, aumentarle y reflectarlo despues con corta diferencia, como le sucede á los

C 2 ra-

rayos de luz reunidos en un espejo cóncavo. (*Véase* Espejo concavo.)

Siempre que algun sonido hiera á una pared, detras de la qual se halle alguna bóveda, arco &c. se despedirá en la misma linea, ó en otras líneas adyacentes.

Esto supuesto, para poder oir el *Eco*, es indispensable que el oido se halle en la linea de reflexîon; y para que la misma persona que ha hecho el ruido oiga su propio sonido, es preciso que esta misma linea sea perpendicular á la superficie reflectente: para formar un *Eco* multiplicado ó tautológico, esto es, que repita muchas veces la misma palabra, se requieren muchas bóvedas, paredes ó cavidades colocadas, ó una tras de otra, ó una frente de otra.

Algunos Autores han exâminado con mucha atencion varios fenómenos del *Eco*: referirémos históricamente sus reflexîones sobre este asunto sin pretender adoptarlas en modo alguno. Observan que todo sonido que cae directa ú obliquamente sobre un cuerpo denso, cuya superficie es lisa, ya sea plana ó curva, se reflecta ó forma un *Eco* mas ó menos fuerte; pero para ello se requiere, dicen, que la superficie sea lisa, sin cuya circunstancia, la reverberacion de esta misma superficie destruiria el movimiento regular del ayre, con lo que quebraria y apagaria el sonido. Quando se reunen todos estos requisitos siempre hay *Eco*, aunque no siempre se oiga, ya suceda que el sonido directo sea demasiado débil para llegar hasta el que le formó, ó que le llegue con tanta floxedad que no lo pueda distinguir; ya acontezca que el cuerpo reflectente se halle á una distancia demasiado corta para que se pueda distinguir el sonido directo del reflexo, ó que la persona que hace el ruido esté mal colocada para recibir el sonido reflexo.

Si el obstáculo ó el cuerpo reflectente dista 90 toesas del que habla, el tiempo que pasa entre el primer sonido y el sonido reflexo es de un segundo, porque el sonido corre unas 180 toesas por segundo; de suerte que el *Eco* repetirá todas las palabras ó las sílabas que se hayan pro-

nun-

nunciado en el tiempo de un segundo : luego, quando haya acabado el que habla, parecerá que el *Eco* repite todas las palabras que se hayan pronunciado; y si el obstáculo se halla muy cerca, el *Eco* solo repetirá una sílaba.

Nuestra alma no puede distinguir, al auxílio del órgano del oido, sonidos que se suceden unos á otros con grande prontitud; pues para ello se requiere que pase algun tiempo entre ambos sonidos. Quando diestros violinistas tocan muy de prisa, solo pueden formar en un segundo diez tonos que se puedan distinguir; por cuya razon no se podrá distinguir el *Eco* siempre que el sonido reflexo suceda al directo con mayor velocidad de la con que un tono sigue á otro en los *Prestísimos* ó *Fugas*. Esto mismo manifiesta por qué resuenan con tanta fuerza los quartos grandes y la bodegas abovedadas, sin embargo de que no forman *Eco*; lo qual proviene de la demasiada proxîmidad de las paredes, que impide se distingan los sonidos reflexos.

Todo lo que reflecta el sonido puede ser causa de un *Eco*; y por lo mismo las paredes, las murallas viejas de las ciudades, los bosques espesos, las casas, los montes, las peñas, las alturas elevadas al otro lado de un rio, pueden producir *Ecos*. Lo mismo sucede con los peñascos llenos de cavernas, las nubes y los campos en que crecen ciertas plantas que se elevan mucho; de donde provienen los terribles estallidos de los truenos, cuyos *Ecos* repetidos resuenan en el ayre.

Acompañan á los *Ecos* diferentes circunstancias; pues, 1.º los obstáculos planos reflectan el sonido en su fuerza primitiva con sola la disminucion que debe producir la distancia.

2.º Un obstáculo convexô reflecta el sonido con alguna menos fuerza y prontitud que un obstáculo plano.

3.º Un obstáculo cóncavo, en general, despide un sonido mas fuerte; porque lo mismo sucede con el sonido que con la luz poco mas ó menos. Los espejos planos represen-

tan

tan el objeto qual es, los convexôs lo disminuyen, y los cóncavos lo aumentan.

4.° Si se aleja mas el cuerpo que despide al *Eco*, reflectará mas sonido que si estuviera mas cerca.

5.° Finalmente, pueden disponerse los cuerpos que tienen *Eco*, de modo que uno solo haga que se oigan muchos que se diferencian ya con respecto al grado del tono, ya con respecto á la intensidad ó fuerza del sonido; para lo qual bastaria disponer que se formasen los *Ecos* por cuerpos capaces de repetir, por exemplo, la tercera, la quinta y la octava de una nota que hubiese dado algun instrumento.

Esta es la teoría general de los *Ecos* que siguen los Autores de Física; pero debemos confesar que á pesar de todo es vaga, y que siempre quedará por explicar, ¿por qué algunos lugares, que segun estos principios deberian formar *Eco*, no lo tienen? ¿por qué otros lo forman, que al parecer no lo deberian tener &c.? Igualmente parece, que la superficie lisa y reflectente no es tan necesaria para el *Eco*, como para la reflexîon de los rayos de luz: á lo menos la experiencia nos presenta *Ecos* en lugares llenos de peñascos, y de cuerpos muy escabrosos y desiguales. En fin, muchas veces se encuentran superficies muy lisas al parecer que no producen *Eco*; porque aun quando reflectasen el sonido, solo es verdadero *Eco* el que se oye. La comparacion de las leyes de la reflexîon del sonido con las de la luz puede ser verdadera hasta un cierto punto, mas no generalmente, pues el sonido se propaga en todos sentidos, y la luz solo en línea recta.

Llámase tambien *Eco* el lugar en que se produce y se oye la repeticion del sonido.

Son varias las especies de *Ecos*, tomados en este sentido.

1.° Los hay *simples*, que no repiten la voz mas que una vez; y entre estos unos son tónicos, esto es, que únicamente se oyen quando el sonido ha llegado á ellos en un

un cierto grado de tono musical; otros silábicos, en que se oyen muchas sílabas ó palabras, como el del Parque de *Woodstook* en Inglaterra, que segun el Dr. *Plott*, repíte con claridad diez y siete sílabas de dia, y veinte de noche.

2º Tambien los hay *tautológicos*, que repiten las mismas sílabas muchas veces.

En la teoría del *Eco* se llama *Centro fónico* el lugar en que está el que habla; y el objeto que despide la voz *Centro fonocámptico*, esto es, *centro que reflecta el sonido.* (*Véanse estas palabras.*)

Cuéntase que en el sepulcro de *Metela*, muger de *Crasso*, habia un *Eco* que repetia cinco veces lo que se hablaba; y que en la torre de Cisiqua el *Eco* se repetia siete veces. El mas singular que se conoce hasta el dia es el de que habla *Barthio* en las Notas á la Tebayda de *Estacio*, lib. VI, v. 30, que repetia hasta diez y siete veces las palabras que se pronunciaban: hallábase á la orilla del Rhin cerca de Coblenza, asegurando Barthio que hizo la prueba, y contó diez y siete repeticiones: al paso que los *Ecos* comunes solo repiten la voz algun tiempo despues que se ha oido al que canta ó habla, en este casi no se oia el que cantaba, y sí la repeticion de su voz, siempre con asombrosas variaciones: parecia que el *Eco* ya se acercaba, ya se alejaba: ya se oia la voz muy distintamente, ya casi no se la entendia: unos oian solo una voz, otros muchas: estos oian el *Eco* á la derecha; aquellos á la izquierda. Las paredes paralelas y elevadas tambien producen *Ecos* dobles, como los hubo antiguamente en el castillo Simoneta, cuya descripcion diéron *Kircher*, *Escoto y Misson.* En una de estas paredes habia una ventana desde donde se oia repetir quarenta veces lo que se decia. *Adisson* y otros que viajáron por Italia hablan de un *Eco* que hay alli, que todavia es mucho mas extraordinario, pues repite cincuenta veces el ruido de un pistoletazo, aun quando el ayre está cargado de nieblas; pero no salimos fiadores de estos hechos.

En

En las *Memorias de la Academia de las Ciencias de Paris* para el año 1692 se hace mencion del *Eco* que se halla en Genetay á dos leguas de Ruan, y cuya descripcion remitió el P. D. *Quesnet*, Benedictino. Lo particular de este *Eco* es, que la persona que canta no oye la repeticion del *Eco*, y sí solo su voz; al contrario, los que escuchan no oyen la repeticion del *Eco*, sino asombrosas variaciones, porque tan pronto parece que se acerca el *Eco*, tan pronto que se aparta: unas veces se oye la voz con mucha claridad, y otras casi no se oye absolutamente: uno oye una sola voz, y otro muchas: este oye el *Eco* á la derecha, y aquel á la izquierda: en fin, el *Eco* se oye de un modo diferente segun los varios lugares en que estan colocados los que escuchan y el que canta.

La mayor parte de los que han oido este *Eco*, creen que hay bóvedas ó cavidades subterráneas que producen estos efectos diferentes; pero la verdadera causa de todos estos fenómenos es la figura del lugar en que se verifica este *Eco*, y que se reduce á un gran patio situado delante de una casa de campo, llamada *Genetay*, á 600 ó 700 pasos de la Abadia de S. Jorge, cerca de Ruan. Este patio es algo mas largo que ancho; termina en el fondo con la fachada principal; y por todos los demas lados está rodeado de pared en forma de semi-círculo segun puede verse en la *fig* 27 de la *Lam. LXXIV*, que solo representa una parte, porque lo demas no hace al caso para el asunto de que se trata.

C I I C es el semi-círculo del patio, cuya entrada se halla en *H*: *A D B*, es el lugar en que se colocan los que escuchan; el que canta se pone en *G*; y teniendo la cara vuelta hácia la entrada *H*, corre cantando el espacio *G F*, que es de 20 á 22 pies de largo.

Sin recurrir á cavidades subterráneas, sola la figura semi-circular de este patio basta para explicar todas las diferencias que se observan en dicho *Eco*.

1º Quando el que canta está en *G*, su voz es reflectada por las paredes *C* del patio encima de *D*, hácia *L*; y reu-

reuniéndose las líneas de reflexîon en *L*, debe oirse el *Eco*, lo mismo que si el que canta estuviera colocado allí. Pero como estas líneas no se reunen precisamente en un mismo punto, los que se hallan en *L* han de oir muchas voces, como si fuesen muchos los que cantasen juntos.

2º A medida que el que canta se adelanta hácia *E*, reuniéndose mas y mas las líneas de reflexîon cerca de *D*, los que estan colocados en *D* han de oir el *Eco* como si se acercase á ellos; pero quando el que canta ha llegado á *E*, verificándose la reunion de las líneas en *D*, oyen el *Eco* como si se les cantase al oido.

3º Quando el que canta sigue acercándose de *E* á *F*, parece que el *Eco* se aleja, porque la reunion de las líneas se verifica mas y mas baxo de *D*.

4º En fin quando ha llegado á *F*, los que estan colocados en *D* ya no oyen el *Eco*, porque está abierto el lugar *H* desde donde deberia hacerse la reflexîon hácia *D*, con lo que no se verifica esta; por cuya razon no debe oirse el *Eco*; pero como hay otras partes desde donde algunas líneas reflexas se reunen en *A* y en *B*, dos personas colocadas en estos dos lugares, deben oir el *Eco*, la una como si se cantase á la izquierda, y la otra como si se cantase á la derecha, sin embargo de que solo pueden oirlo muy baxo, porque son pocas las líneas que se reunen en dichos dos lugares.

5º Los que estan colocados en *D* han de oir el *Eco*, quando el que canta se halla en *E*, porque la voz es reflectada hácia ellos; pero solo oirán con debilidad la misma voz del que canta, pues la oposicion de su cuerpo impide que su voz vaya directamente hácia ellos. Y así no llegándoles la voz sino despues de haber dado vueltas al rededor de su cuerpo, es mucho menos fuerte en este lugar que el *Eco*, que por consiguiente la sofoca é impide que se la oiga; del mismo modo, con corta diferencia, que si se coloca un hachon entre un espejo cóncavo y un cuerpo opaco; pues los que estan detras de este cuerpo ven, por re-

reflexîon, la luz del hachon; pero no ven directamente al hachon, pues le oculta el cuerpo opaco.

6º Al contrario, hallándose colocado el que canta frente de la entrada *H*, y teniendo la cara vuelta de aquel lado, no debe oir el *Eco*, porque estando abierto el lugar *H*, no hay cosa alguna que reflecte la voz hácia *E*; pero oirá su voz misma, porque nada se lo impide.

Hemos extractado de dichas *Memorias* esta descripcion y explicacion, de las que podrán juzgar nuestros lectores. Aunque todavia subsiste este *Eco*, está muy decaido de lo que fue en otro tiempo.

El *Eco* de Verdun (*Historia de la Academia de las Ciencias, año de* 1710) se forma por dos torres gruesas separadas del cuerpo del edificio, y distante una de otra 26 toesas: la una tiene un quarto baxo de piedra labrada abovedado; la otra solo tiene de bóveda el vestíbulo; y ambas su escalera. Como quanto pertenece á los *Ecos* puede llamarse la *Catóptrica del sonido* (*Véase* CATOPTRICA), pueden considerarse estas dos torres como dos espejos colocados uno frente de otro, que se envian mutuamente los rayos de un mismo objeto multiplicando su imágen, aunque debilitándola siempre, con lo que la hacen parecer mas distante; y así quando uno se halla sobre la línea que junta las dos torres, y se pronuncia con bastante fuerza una palabra, se la oye repetir doce ó trece veces en intervalos iguales, y siempre baxando: saliendo de esta línea hasta cierta distancia ya no se oye *Eco*, por la misma razon que dexaria de verse la imágen si uno se alejase demasiado del espacio que hay entre los dos espejos. Estando sobre la línea que junta una de las torres al cuerpo del edificio, solo se oye una repeticion, porque los dos *Ecos* ya no obran juntos respecto del que habla.]

ECO TAUTOLOGICO. (*Véase* TAUTOLOGICO.)

EDAD DE LA LUNA. Es el número de dias que han pasado desde el novilunio. Para hallar este número de dias se hace preciso juntar tres cosas: 1º la Epacta (*Véase* EPAC-

Epacta): 2.º los dias del mes que va corriendo: y 3.º el número de los meses que han pasado desde Marzo inclusive hasta el mes propuesto tambien inclusive. Si la suma de estos tres números no excede de 29, señala la edad de la luna: si excede á este número, se quitan de esta suma 29 dias por lo que hace á los meses que no tienen sino 30 dias, porque entonces el mes de la luna es de 29 dias; pero se rebaxan 30 dias en los meses que tienen 31, puesto que el mes lunar entonces es de 30 dias. El resto de esta substraccion señala la *Edad de la luna.*

EFEMERIDES. Nombre que dan los Astrónomos á los libros en que estan calculados los movimientos de los Astros, y en los que se halla el estado del Cielo para cada dia del año. Vienen á ser una especie de Diarios que dan á conocer en que lugares del Cielo se encuentran los Astros cada dia, y en que aspectos estan entre sí.

EFLUENCIAS ELECTRICAS. Así se llaman los rayos de materia eléctrica, que salen de un cuerpo actualmente electrizado, cuyo nombre les dió el Abate *Nollet*, al paso que llamó *afluencias eléctricas* á los rayos de la misma materia que llegan al cuerpo actualmente electrizado (*Véase* Afluencias electricas); y como estas dos corrientes se verifican al mismo tiempo, y siempre que un cuerpo está electrizado ya por rozamiento ya por comunicacion, las llamó *Efluencias y Afluencias simultáneas.*) (*Véase* Electricidad.) (*Véase tambien* materia efluente.)

EFLUENTE. (*Materia*) (*Véase* Materia efluente.)

EFLUXOS ELECTRICOS. Dase este nombre á la materia eléctrica así efluente como afluente, que está actualmente en movimiento, y que sale del cuerpo electrizado, de los demas cuerpos que le estan inmediatos, y tambien del ayre que le rodea. (*Véase* Materia efluente *y* Materia afluente.)

Estos *Efluxos* forman dos corrientes que van en senti-

tidos contrarios, y se llaman *Corrientes eléctricas* (*Véase* CORRIENTES ELECTRICAS), como igualmente una especie de atmósfera al rededor de los cuerpos actualmente electrizados. (*Véase* ATMOSFERA ELECTRICA.)

ELASTICIDAD. Esfuerzo por el que los cuerpos comprimidos tienden á recuperar su primer estado: luego cuerpo elástico es aquel que despues de comprimido por qualquiera potencia, vuelve á adquirir, quando dexa de obrar esta compresion, las mismas dimensiones y figura que tenia antes que se le comprimiese. De este número es un arco que se encorva por medio de su cuerda, el qual, rota la cuerda, vuelve á tomar su primera situacion: una bola de marfil que cae sobre un plano de mármol, la qual por su caída y choque contra el mármol experimenta una compresion que impele á una porcion mayor ó menor de esta esferita hácia su centro, y la hace perder su forma redonda; inmediatamente despues ya no queda en la bola señal alguna de dicha compresion: la *Elasticidad* hace que recupere su figura redonda; y esto mismo causó su movimiento reflexo.

Lo que acaba de decirse prueba que la *Elasticidad* supone necesariamente compresibilidad en los cuerpos dotados de aquella propiedad, de modo que un cuerpo que no fuese compresible, no podria ser elástico; pues no pudiendo mudar de figura, no podria recuperarla.

Acabamos de decir que la *Elasticidad* consiste en que un cuerpo recobre su estado despues de haber sido comprimido; y para que sea perfecta se requiere que el cuerpo se restablezca 1.º completamente: 2.º con la misma prontitud que fue comprimido, esto es, que el cuerpo recupere precisamente el mismo estado que tenia antes, y en tan corto tiempo como empleó para perderlo; de suerte que si exceptuamos la materia de la luz y el ayre, no conocemos cuerpos que tengan esta *Elasticidad* perfecta; porque ninguno se restablece completamente, y todos emplean para ello mas tiempo del que gastáron en perderla.

No

No hay que creer que todos estos tengan igual grado de *Elasticidad*; en unos es fácil de advertir esta fuerza; sus efectos son sensibles; y cada uno vuelve á obrar mas ó menos segun la dureza, tesura ó disposicion de sus partes internas. No solo es imperfecta esta qualidad, como acabamos de decir, sino que casi siempre se advierte que se pierde, ó, á lo menos, se debilita con el largo uso, ó por una compresion que dure demasiado. Así es, que un arco que ha permanecido tirante demasiado tiempo, ó que se ha doblado demasiadas veces, al fin conserva la curvatura que se le hizo tomar. La crin, la lana, ó la pluma, con cuyas materias elásticas guarnecemos nuestros muebles, pierden con el tiempo casi todo su resorte; y solo meneándolas mucho, ó cardándolas de nuevo, reciben ellas aquella *Elasticidad* tan preciosa para nosotros, y que nos proporciona tantas comodidades. Otros cuerpos hay que casi no se restablecen, y en quienes son casi insensibles los efectos de la *Elasticidad*; á los quales, aunque realmente tengan algun poco de *Elasticidad*, se les acostumbra mirar como que no la tienen absolutamente; y por lo mismo se llaman *Cuerpos no elásticos*, *Cuerpos sin resorte*, es decir, cuerpos privados de un resorte bastante activo para qué se le pueda tomar en consideracion.

Lo que acabamos de decir manifiesta con claridad que miramos á la *Elasticidad* como propiedad general de los cuerpos, que pertenece á todos indistintamente, aunque en un grado mas ó menos elevado; pues ni siquiera exceptuamos de ella á los licores; porque son capaces de transmitir los sonidos, lo que solo pueden executar los cuerpos elásticos. (*Véase* Sonido.)

Si hay algunos cuerpos que pierden su *Elasticidad*, no faltan otros en los que puede aumentarse por diferentes medios que se emplean en las artes. Debiendo tener los cuerpos sonoros un resorte muy activo, se aumenta la *Elasticidad* de los metales de que se hacen las campanas &c., mezclándolos con otros metales ó semimetales, lo que se

se llama alearlos (*Véase* Aleacion de los metales): porque se ha observado que esta mezcla es mas dura, tiesa y elástica que los metales simples que la componen.

La mayor parte de los metales, aun sin estar aleados, adquieren mayor *Elasticidad*, y toman un resorte mas activo quando se les bate en frio; á lo que llaman los artífices machacar ó martillar: luego la *Elasticidad* de los metales se aumenta martillándolos. (*Véase* Martillar.) El que quiera la prueba de esto mismo, tome en una misma plancha de cobre dos chapas de este metal, de dimensiones iguales, y machaque en frio á la una de ellas sobre el yunque; procure despues doblarla; é inmediatamente que se las suelte, la machacada volverá á tomar su primer estado, y la otra conservará casi del todo la curvatura que se le habia dado.

Mas entre todos los cuerpos, cuya *Elasticidad* se aumenta artificialmente, el mas singular y en el que se produce un efecto mayor es el acero; siendo el temple el medio mas eficaz de quantos se emplean á este fin. (*Véase* Temple del Acero.) Quando el temple ha producido mayor efecto del que se requiere, se le puede moderar y disminuir esta *Elasticidad*, recociéndolo. (*Véase* Recocido.)

Sin embargo de que tenemos métodos ciertos para aumentar ó disminuir la fuerza del resorte de muchos cuerpos, no por esto conocemos mejor la causa de la *Elasticidad* en general; pues quanto se ha discurrido hasta el dia para explicarla, no pasa de conjeturas mal fundadas, y muchas veces desmentidas por la experiencia.

Al principio se pretendió que la *Elasticidad* de los cuerpos dependia del ayre, creyendo que èste fluido que se insinuaba por los poros entre las partes de los resortes tirantes, las impelia de suerte que las hacia volver á tomar su primera situacion, y que de este modo restituya la *Elasticidad* á estos cuerpos; pero la experiencia acredita lo contrario; porque aquel fenómeno se verifica en el vacío de *Boyle* como al ayre libre.

Con

Con este motivo se recurrió á otro fluido mucho mas sutil que el ayre grueso, al que se supone elástico, habiendo discurrido del modo siguiente. Quando se encorva un resorte, los poros de la parte que se vuelve convexâ, se ensanchan; y los del lado que se vuelve cóncavo, se encogen: las particulillas de este fluido elástico, que se hallan dentro de estos últimos poros, son como otros tantos globulillos comprimidos, que por su *Elasticidad* tienden á restablecerse, y de este modo enderezan al resorte. Pero aquí se supone lo mismo que se desea averiguar; porque tratándose de la *Elasticidad* de los cuerpos en general, siempre quedará por saber ¿quál es la causa de la *Elasticidad* de este fluido? ¿Será acaso otro fluido mas sutil que tambien fuese elástico? Todavia puede preguntarse ¿quál es la causa de la *Elasticidad* de este último? y de este modo al infinito.

Decir que los cuerpos son elásticos porque se componen de partículas, cada una de las quales está dotada de cierta fuerza elástica, es un círculo vicioso muy ridículo.

Finalmente, otros Físicos atribuyen la *Elasticidad* á la fuerza repulsiva que tienen entre sí las partículas de los cuerpos. Quando se comprime, dicen, un cuerpo elástico, se encogen sus poros; de suerte que entonces muchas partículas que antes se hallaban á alguna distancia unas de otras, se acercan á la esfera de su repulsion recíproca; y esta repulsion llega á ser tanto mas fuerte, quanto se aumenta la compresion, esto es, quanto mas se aproxîman las partes unas á otras. Por esta razon crece la *Elasticidad* de los metales quando se les machaca; y quanto mas se les bate en frio, tanto mas elásticos se vuelven.

De aquí proviene, añaden, que quando son muy grandes los poros de un cuerpo, puede este aguantar gran compresion sin recibir mucha *Elasticidad*. ¿Y qué fundamento tiene esta suposicion? ¿Esta fuerza repulsiva no es diametralmente opuesta á la fuerza atractiva? Por una parte pretenden que las partículas de los cuerpos se atraen con

tan

tanto mas poder, quanto se tocan de mas cerca; y aquí se afirma que se repelen tanto mas, quanto estan mas reunidas unas á otras. ¿No es esto suponer atracciones y repulsiones segun se necesita y gratuitamente? Mas vale confesar con ingenuidad, que ignoramos qual es la causa de la *Elasticidad* de los cuerpos, que discurrir tan sin fundamento. Por fortuna esta qüestion nos importa poco, pues lo esencial es conocer, como conocemos, las leyes segun las que obran los cuerpos elásticos unos en otros. (*Véase* CHOQUE DE LOS CUERPOS.)

[LEYES DE LA ELASTICIDAD. Para llegar á descubrir la naturaleza y las leyes de la *Elasticidad* considerarémos sus efectos: supondrémos desde luego que todos los cuerpos en que se observa esta propiedad se componen ó pueden componerse de cuerdecitas ó fibras que por su union constituyen estos mismos cuerpos; y para considerar á la *Elasticidad* en el caso mas sencillo, tomarémos por exemplo las cuerdas de los instrumentos de Música.

Las fibras solo son elásticas en quanto se estiran por alguna fuerza, como lo manifiestan las cuerdas floxas, á las que puede hacerse fácilmente mudar de posicion, sin que puedan volver á tomar la primera que tenian, aunque todavia no se haya determinado con exâctitud por la experiencia, ¿qué grado de tension se requiere para que se advierta la *Elasticidad*?

Quando una fibra está demasiado tirante, pierde toda su *Elasticidad*; y sin embargo de que tampoco se sepa el grado de tension que se necesitaria para destruir la *Elasticidad*; con todo es cierto que la *Elasticidad* depende de la tension, y que esta tiene sus límites en que comienza y en que acaba la *Elasticidad*.

Si esta observacion no nos da á conocer la causa propia y adequada de la *Elasticidad*, á lo menos nos manifiesta la diferencia que hay entre los cuerpos elásticos y los no elásticos; cómo sucede que un cuerpo pierde su *Elasticidad*, y cómo la adquiere otro destituido de ella. Así es que

una

una plancha de metal se vuelve elástica á fuerza de batirla; y si se la calienta pierde esta propiedad.

Entre los límites de tension, que son los términos de la *Elasticidad*, pueden contarse diferentes grados de fuerza necesarios para dar varios grados de tension, y para extender las cuerdas hasta ésta ó aquella longitud. Pero ¿quál es la proporcion de estas fuerzas con respecto á las longitudes de las cuerdas? Esto solo podria determinarse por medio de experimentos hechos con cuerdas de metal; y como las extensiones de estas cuerdas apenas son sensibles, se sigue que no se podrián medir directamente estas proporciones, para lo qual es preciso recurrir á un medio particular é indirecto. S' Gravesande se afanó mucho con el fin de determinar estas leyes, y el resultado de los experimentos que hizo es como sigue.

1º Los pesos que se necesitan para aumentar una fibra por medio de la tension hasta cierto punto, se hallan en diferentes grados de tension, como la misma tension. Si, por exemplo, suponemos tres fibras de igual longitud y espesor, cuyas tensiones sean 1, 2, 3; los pesos que esten en la misma proporcion las estirarán igualmente.

2º Las menores extensiones de las mismas fibras serán entre sí, poco mas ó menos, como las fuerzas que las alargan, cuya proporcion puede aplicarse tambien á su inflexîon.

3º En las cuerdas de una misma especie, espesor y tension, pero de diferentes longitudes, las extensiones producidas añadiendo pesos iguales, son unas á otras, como las longitudes de las cuerdas; lo que proviene de que la cuerda se alarga en todas sus partes, y por consiguiente que la extension de la cuerda total es doble de la de su mitad, y de la de una cuerda subdupla.

4º Del mismo modo pueden compararse las fibras de igual especie, pero de diferente espesor, comparando desde luego un número mayor ó menor de fibras

sueltas del mismo espesor; y tomando despues el número total de las fibras, en razon de la solidez de las cuerdas; es decir, como los quadrados de los diámetros de las cuerdas, ó como sus pesos, quando las longitudes son iguales: luego estas cuerdas deben estirarse igualmente por fuerzas que se supondrán en razon de los quadrados de sus diámetros. Igual razon debe hallarse entre las fuerzas que se necesitan para doblar cuerdas, de modo que las ságitas de la curvatura sean iguales en las fibras dadas.

5º El movimiento de una fibra tirante sigue las mismas leyes que el de un cuerpo que hace sus oscilaciones en una cicloyde; y por desiguales que sean las vibraciones, siempre se hacen en un mismo tiempo. (*Véase* CICLOYDE y CUERDA.)

6º Supuestas dos cuerdas iguales, pero estiradas con desigualdad, se necesitan fuerzas iguales para doblarlas igualmente: sus movimientos pueden compararse á los de dos péndulos, á los que dos fuerzas diferentes hiciesen describir arcos semejantes de cicloyde, y por consiguiente los quadrados de los tiempos, de las vibraciones de las fibras son unos á otros en razon inversa de las fuerzas que las doblan igualmente; es decir, de los pesos que estiran á las cuerdas. (*Véase* PENDOLA.)

7º Todavía pueden compararse de otro modo los movimientos de las cuerdas semejantes estiradas igualmente, con los de las péndolas; porque así como se atiende á los tiempos de las vibraciones, del mismo modo debe atenderse á las velocidades con que se mueven las cuerdas: es así que estas velocidades son entre sí en razon compuesta de la directa de los pesos que doblan á las cuerdas, y de la inversa de las cantidades de materias contenidas en las cuerdas, esto es, de la longitud de estas cuerdas; luego las velocidades son en razon inversa de los quadrados de las longitudes, y de los quadrados de los tiempos de las vibraciones.

Las

Las láminas ó chapas elásticas pueden considerarse como un conjunto ó hacesillo de cuerdas elásticas paralelas. Quando se dobla la chapa, se alargan algunas de sus fibras, alargándose tambien con desigualdad los diferentes puntos de una misma chapa.

Explícase la *Elasticidad* de un fluido suponiendo en todas sus partes una fuerza centrifuga; y *Newton* (*Princip. Math. Prop. XXIII. Lib. 2.*) prueba, siguiendo esta suposicion, que las partículas que se repelen ó huyen mutuamente unas á otras por fuerzas recíprocamente proporcionales á las distancias de su centro, deben componer un fluido elástico, cuya densidad sea proporcional á su compresion; y recíprocamente que si un fluido se compone de partes que se huyen y se evitan mutuamente unas á otras, siendo su densidad proporcional á la compresion, la fuerza centrífuga de estas partículas será en razon inversa de su distancia. (*Véase* Fluido.)

En lo demas debe mirarse esta demostracion como puramente matemática, y no como deducida de la verdadera causa fisica de la *Elasticidad* de los fluidos. Sea qual fuere la causa de esta *Elasticidad*, es constante que tiende á reunir las partes separadas ó distantes, y por consiguiente se la puede reducir, en quanto á los efectos, á la accion de una fuerza centrífuga, por la que se repelen mutuamente las partículas del fluido, sin que sea necesario suponer la existencia de semejante fuerza centrífuga: luego la demostracion subsiste, sea qual fuere la causa fisica de la *Elasticidad* de los fluidos.

Daniel Bernoulli dió en su *Hidrodinámica* las leyes de la compresion y del movimiento de los fluidos elásticos, cuya teoría deduce de la compresion del ayre y de su movimiento al pasar por diferentes canales, de la fuerza de la pólvora para mover las balas &c. *D' Alembert* en su *Tratado del equilibrio* y *movimiento de los fluidos*, impreso en Paris en 1744, tambien publicó las leyes del equilibrio y del movimiento de los fluidos elásticos,

cos, advirtiendo que el movimiento de un fluido elástico se diferencia principalmente del de un fluido ordinario, por las leyes de las velocidades de sus diferentes capas. Y así, quando un fluido no elástico se mueve en un vaso cilíndrico, todas las capas de este fluido se mueven con igual velocidad; pero no sucede lo mismo quando el fluido es elástico; porque si este fluido se mueve en un cilindro, uno de cuyos extremos esté cerrado, la velocidad de sus secciones es tanto mayor quanto mas distan de este fondo, con corta diferencia, como le sucede á un resorte asegurado por una de sus extremidades, y cuyas partes corren soltándose, tanto mas espacio, quanto estan mas distantes del punto fixo. En lo demas, el método para determinar las leyes del movimiento de los fluidos elásticos es el mismo que para determinar el de los demas fluidos. *Bernoulli* en sus *Investigaciones sobre el movimiento de los fluidos Elásticos* habia supuesto constante al calor del fluido, y la *Elasticidad* proporcional á la densidad; pero *D' Alembert* supuso que la *Elasticidad* obra segun la ley que se quiera.

Jayme Bernoulli en las *Mem. de la Acad. 1703*, en que da la teoría de la tension de las fibras elásticas de diferentes longitudes, ó de su compresion por diferentes pesos, observa con razon que la compresion de las fibras elásticas no es exâctamente proporcional al peso comprimente; y la prueba demostrativa que de ello da es, que una fibra elástica no puede ser comprimida al infinito; que en el último estado de compresion todavía tiene alguna extension; y que fuere qual fuese el peso que se añadiese entonces al peso comprimente, no podria ser mayor la compresion; de donde se sigue con evidencia que la compresion no aumenta generalmente en razon del peso.]

ELASTICO. Epíteto que se da á los cuerpos que tienen la propiedad de restituirse á su primer estado despues de haber sido comprimidos; en una palabra, á los cuerpos que tienen elasticidad (*Véase* ELASTICIDAD), en don-

donde se prueba que este epíteto conviene á todos los cuerpos.

[Los cuerpos *Elásticos* son naturales ó artificiales; y entre estos los principales en quanto al grado de fuerza *Elástica*, son los arcos de acero, las bolas de cobre, de marfil, de marmol &c., los cueros y pieles, y las membranas, las cuerdas ó arambres, los hilos de hierro, de plata y de acero, los nervios, los intestinos, las cuerdas de lino y de cáñamo.

Entre los naturales, los principales son las esponjas, las ramas de árboles verdes, la lana, el algodon, las plumas &c. Dispútase si el agua tiene ó no fuerza *Elástica*; y varios Filósofos son de parecer que no la tiene por sí misma, ó si la tiene es muy poca, debiéndose atribuir la que manifiesta alguna vez al ayre que en ella se contiene. (*Véase* AGUA.)

Los principales fenómenos que se observan en los cuerpos *Elásticos* son: que un cuerpo *Elástico* (aquí suponemos á este cuerpo perfectamente *Elástico*, é imaginamos que los hay) se esfuerza para restituirse al estado que tenia antes de la compresion con la misma cantidad de fuerza que se empleó para oprimirlo ó doblarlo; porque la fuerza con que se tira de una cuerda es la misma que la con que esta misma cuerda resiste á la atraccion: del mismo modo un arco queda doblado mientras subsiste equilibrio entre la fuerza empleada en doblarlo, y la con que él resiste.

2º Los cuerpos *Elásticos* exercen igualmente sus fuerzas en todos sentidos, aunque el efecto se advierta principalmente del lado en que es menor la resistencia; lo que manifiesta con evidencia el exemplo de un arco que despide una flecha, de un cañon quando arroja á la bala &c.

3º Los cuerpos *Elásticos* sonoros, de qualquiera modo que se les hiera ó pulse, casi siempre dan las mismas vibraciones; así es que una campana despide siempre el

mis-

mismo sonido, sea qual fuere el golpe, y el lado por el que se le dé: una cuerda de violin siempre forma el mismo sonido por qualquiera parte que se la roce con el arco; pues los diferentes sonidos consisten, como se sabe, en la freqüencia mayor ó menor de vibraciones del cuerpo sonoro. (*Véase* SONIDO.)

4º Un cuerpo perfectamente fluido, si es que los hay, no podria ser perfectamente *Elástico*, porque sus partes no podrian comprimirse. (*Véase* FLUIDO.)

5º Un cuerpo perfectamente sólido, si los hubiera, no podria ser perfectamente elástico, porque no teniendo poros, no podria padecer compresion. (*Véase* SÓLIDO.)

6º Los cuerpos duros, largos y flexîbles, propios para adquirir *elasticidad*, la consiguen principalmente de tres modos, por su extension, su contraccion ó su tension.

7º Quando los cuerpos se dilatan por su fuerza *Elástica*, emplean para ello una fuerza menor al principio, que hacia el fin de su dilatacion; pero últimamente son mas comprimidos, siendo siempre su resistencia igual á la compresion.

8º El movimiento por el que los cuerpos comprimidos se restituyen á su primer estado, por lo comun es acelerado. (*Véase* DILATACION.) En quanto á las leyes del movimiento y de la percusion en los cuerpos *Elásticos*, (*Véanse* los *Artículos* MOVIMIENTO y PERCUSION, y tambien RESORTE.)

Solo haré aquí las dos observaciones siguientes:

1ª Regularmente se supone que un cuerpo *Elástico*, con resorte perfecto, que da contra un plano inmoble, recibe por la soltura del resorte una velocidad precisamente igual, y en sentido contrario á la que tenia al herir al plano. Sin embargo es preciso observar que un cuerpo *Elástico* puede recuperar perfectamente su figura, perdiendo mucha parte de su velocidad, y he aquí la prue-

prueba : Supongamos dos cuerpos *A*, *B*, duros, unidos entre sí por medio de un resorte asegurado en ambos; supongamos que este sistema hiera perpendicularmente á un plano inmoble con la velocidad *a*: es constante que el cuerpo anterior *A* perderá desde luego todo su movimiento; que despues el cuerpo *B* seguirá contra el plano, y contra el cuerpo *A*, comprimiendo al resorte con la velocidad *a*, y que este resorte al soltarse le volverá la velocidad *a*, la que repartida á las dos masas *A*, *B*, vendrá á ser $\frac{A a}{A \times B}$; luego la velocidad del sistema de los dos cuerpos *A*, *B*, será menor despues del choque que antes, sin embargo de que el sistema conserve la misma figura. Para que un cuerpo *Elástico* no perdiese cosa alguna de su velocidad por el choque, seria preciso suponer que el resorte que tiene hiciese que sus partes pudiesen dividirse al infinito; de suerte que quando choca contra un plano, solo la parte infinitamente pequeña, contigua al plano, perdiese de repente su velocidad, perdiendo las demas la suya por grados insensibles. Pero claro está que esta suposicion es mas matemática que fisica; y en efecto la experiencia prueba que los cuerpos *Elásticos* mas perfectos pierden alguna parte de su velocidad por el choque, sin que se altere en modo alguno su figura.

2ª *Mariotte*, en su *Tratado del choque de los cuerpos*, dice, que si se da con un palo á un cerco para hacer que se junte la parte del cerco opuesta á la parte chocada, se acercará hácia el palo, y se aplanará, al paso que todo el cerco seguirá adelante; cuyo fenómeno es fácil de explicar por los principios de Dinámica. Estando el cerco en reposo al momento del choque, puede considerarse su reposo actual como compuesto de dos movimientos iguales y contrarios; el uno progresivo, y el otro que le es opuesto, y contrario á la impulsion del palo; luego el cerco en virtud de este último movimiento se halla en

el

el mismo estado que si fuese impelido directamente contra el palo: es así que en este caso es evidente que debe aplanarse por la parte mas distante del palo: luego &c. (*Véase* Percusion.)

Elastico. (*Cuerpo*) (*Véase* Cuerpo Elastico.)

Elastico. (*Cuerpo no*) (*Véase* Cuerpo no Elastico.)

ELECTRICA. (*Máquina*) (*Véase* Maquina Electrica.)

Electrica. (*Amalgama*) (*Véase* Amalgama Electrica.)

Electrica. (*Atmósfera*) (*Véase* Atmósfera Electrica.)

Electrica. (*Atraccion*) (*Véase* Atraccion Electrica.)

Electrica. (*Batería*) (*Véase* Bateria Electrica.)

Electrica. (*Cohesion*) (*Véase* Cohesion Electrica.)

Electrica. (*Convergencia*) (*Véase* Convergencia Electrica.)

Electrica. (*Divergencia*) (*Véase* Divergencia Electrica.)

Electrica. (*Materia*) (*Véase* Materia Electrica.)

Electrica. (*Repulsion*) *Véase* Repulsion.)

Electricas. (*Afluencias*) (*Véase* Afluencias Electricas.)

Electricas. (*Efluencias*) (*Véase* Efluencias Electricas.)

Electricas. (*Corrientes*) (*Véase* Corrientes Electricas.)

Electricas. (*Puntas*) (*Véase* Puntas Electricas.)

*ELECTRICIDAD. Llámase *Electricidad* la accion de un cuerpo puesto en estado de atraer á sí, y de repeler cuerpos leves que se le presenten á cierta distancia; de causar en la piel de un ente animado cierta impresion suave y sensible al tacto, y bastante parecida á la de una te-

telaraña que se encontrase fluctuando en el ayre; de hacer que se perciba frente de sus partes angulosas un vientecillo fresco; de esparcir cierto olor comparable al del fósforo de horina; de despedir penachos de una materia luminosa; de producir chispas brillantes; de hacer que los cuerpos animados que se le acercan sientan picazones bastante vivas; de causarles conmociones violentas; de inflamar licores ó vapores espirituosos, y algunas veces cuerpos menos inflamables; finalmente de comunicar á otros cuerpos la facultad de producir estos mismos efectos durante cierto tiempo.

La analogía que se halla entre los efectos del trueno, y los de la *Electricidad*, y que se ha probado con tanta solidez, como lo verémos en otra parte, nos autoriza á creer que el mismo trueno es una gran *Electricidad* que se excita naturalmente, y que reyna, á lo menos en ciertos tiempos, en una parte de la atmósfera terrestre. Digo, *á lo menos en ciertos tiempos*, porque estoy muy inclinado á no dudar de que en ella reyna continuamente; pero por lo comun de un modo demasiado débil para que la podamos percibir, á no ser que la exciten con mayor fuerza algunas otras circunstancias favorables.

Luego podemos distinguir dos especies de *Electricidad*, que solo se diferencian por su orígen ó modo de producirse, y por la magnitud de sus efectos; á saber, la *Electricidad natural* que se excita por sí misma en la atmósfera, y la *Electricidad artificial* que excitamos nosotros por el rozamiento, ó por algunos otros medios, de que hablarémos. Primero vamos á tratar de la *Artificial.*

Puede decirse que la *Electricidad* es una Ciencia nueva; pues lo que supiéron los Antiguos de esta propiedad singular de los cuerpos, se reduce á tan poca cosa, que los descubrimientos de esta clase deben mirarse como propios de nuestro siglo. Es cierto que conociéron la propiedad que tiene el ámbar ó el succino frotado de atraer

y repeler pagitas y otros cuerpos leves; que esta ciencia se llama *Electricidad* por el ámbar, á que daban los Latinos el nombre de *Electrum*; y que tambien habian observado en el azufre, azabache, lacre y algunas otras substancias resinosas la misma propiedad que en el ámbar; ¿pero sabian todo lo demas?

Exâminémos quál es la naturaleza de la virtud eléctrica, quáles son los medios de producirla, y qué señales la manifiestan.

DE LA NATURALEZA DE LA VIRTUD ELECTRICA.

Parece que la virtud eléctrica es efecto de una materia que está en movimiento, ya dentro, ya al rededor del cuerpo electrizado: porque si se presenta la mano ó el rostro delante de un tubo de vidrio frotado en un lugar seco, ó delante de un conductor aislado que se electriza, se advierten emanaciones sensibles al tacto; si hay algunas partes angulosas, se percibe un vientecillo fresco, y al mismo tiempo un olor de fósforo; el que se acerca mas experimenta una picazon sensible, y oye un ruidito; en la obscuridad se advierten chispas de una luz viva; en fin se ven, mayormente en las partes angulosas, hermosos penachos luminosos, compuestos de rayos que divergen entre sí; impresiones que solo puede causarnos la materia que está en movimiento: luego debe inferirse que todo cuerpo electrizado tiene á su rededor una materia en movimiento, que sin duda es la causa inmediata de todos los fenómenos eléctricos, y que se llama *materia ó fluido eléctrico.*

¿Pero quál es esta materia? No á la verdad la del cuerpo electrizado; porque no experimenta disminucion sensible, por mucho tiempo que se le electrice, á no ser que contenga algunas substancias evaporables. Tampoco es el ayre de la atmósfera; porque 1º los fenómenos eléctricos se verifican en el vacío de ayre; 2º la ma-

materia eléctrica tiene qualidades que no convienen al ayre; penetra ciertos cuerpos absolutamente impermeables al ayre; tiene olor; se enciende; es capaz de inflamar á otros cuerpos; de derretir los metales; efectos que no puede producir el ayre: 3º transmite sus movimientos con una rapidez considerablemente mayor que la del mismo sonido, que es el movimiento del ayre mas rápido que conocemos.

Es muy probable (y en ello convienen casi todos los Físicos) que la *materia eléctrica es la misma que la del calor y de la luz*; la misma que la que sirve para abrasar á los cuerpos, y que la por cuyo medio vemos los objetos. La mayor parte de los Físicos convienen en que estos dos efectos se producen por una misma materia; y la razon mas poderosa que inclina á creerlo es que el fuego casi siempre ilumina, y que en muchas ocasiones quema la luz; siendo muy verosimil que la Naturaleza, tan económica en las producciones de los seres, al paso que multiplica con tanta liberalidad sus propiedades, no estableció dos causas para dos efectos, para los que parece debe bastar una sola. Este raciocinio puede aplicarse á la materia eléctrica; porque esta materia abrasa los licores espirituosos, y los vapores inflamables, y derrite los metales; funciones que pertenecen á la materia del calor: se manifiesta baxo la forma de penachos luminosos y de chispas brillantes; en una palabra, luce é ilumina; propiedades que pertenecen á la luz. La semejanza en los efectos indica con bastante seguridad que este fluido, reconocido por los Físicos baxo el nombre de la *materia del calor*, y al que atribuyen la propiedad de producir la luz, es el de que tambien se vale la Naturaleza para todos los fenómenos eléctricos. Ademas, si atendemos á las otras propiedades de la materia eléctrica, y que son comunes á la materia del calor y la de la luz, hallarémos en ellas tantas analogías, que no podrémos menos de convencernos mas y mas, de que el fuego, la

F 2 luz,

luz, y la *Electricidad* dependen del mismo principio, y solo son tres modificaciones diferentes de un mismo ser.

1º La materia eléctrica, como la del calor y la de la luz, está esparcida generalmente por todas partes; se halla dentro como fuera de los cuerpos, y en el mismo ayre de nuestra atmósfera; á todos los penetra íntimamente y los rodea; pues ninguno puede llegar á ser eléctrico sin el auxîlio de esta materia, porque no hay tiempo ni lugar alguno en que no se puedan electrizar cuerpos de diferentes especies: luego la materia eléctrica está esparcida tan generalmente como la del calor y la de la luz.

2º Así como la presencia de la materia del calor no basta para que los cuerpos, aun los mas inflamables, puedan encenderse; del mismo modo tambien la presencia de la materia eléctrica no basta para que los cuerpos sean actualmente electrizados: para que los cuerpos ardan se requiere necesariamente que alguna causa particular excite el principio de su incendio; y para que los cuerpos lleguen á ser eléctricos, que alguna causa particular excite la causa del fluido que produce los fenómenos de la *Electricidad*. Así es que entre todos los medios propios para animar el principio del calor, no lo hay mas eficaz que el que produce primitivamente la *Electricidad*; pues el mismo medio que hace que los cuerpos lleguen á ser eléctricos, los calienta: el rozamiento produce ambos efectos. Es cierto que algunos cuerpos pueden electrizarse por comunicacion del mismo modo que un cuerpo puede incendiarse por otro que ya arde; pero ordinariamente el que al principio tuvo la virtud eléctrica, fué frotado como lo fué el que se incendió el primero.

3º La accion del fuego se extiende mas y con mayor facilidad en los metales y en los cuerpos húmedos que en qualquiera otra especie de cuerpos; pues si se tiene en la mano una vara de metal de mediana longitud, y la otra extremidad toca al fuego, el calor se

co-

comunica muy pronto á la mano en términos que se expone uno á quemarse; no corriendo igual riesgo con un palo, un tubo de vidrio, una lámina de piedra, ó qualquiera otra materia no metálica, porque el palo arde por un extremo, sin calentarse por el otro, á no ser verde, ó contener mucha humedad: el tubo de vidrio se derrite por una extremidad, al paso que la otra todavía permanece fria &c. La virtud eléctrica, como el calor, se extiende muy lejos, y mucho mas fácilmente en los metales y en los cuerpos húmedos que en otras muchas especies de cuerpos; en una palabra, los metales y el agua son excelentes conductores de la *Electricidad*, del mismo modo que tambien lo son del calor.

4º La materia de la luz se mueve regularmente con mas libertad en un cuerpo denso, que en un medio mas ralo: se mueve, por exemplo, mas libremente en el agua que en el ayre, y en el vidrio que en el agua; á lo menos parece que debió sacarse esta conseqüencia de las leyes que se la ve seguir en su refraccion. La materia eléctrica se mueve tambien mas tiempo, y lo mas lejos posible en un cuerpo que se electriza, como una barra de hierro; y quando se ve precisada á pasar al ayre, su accion solo se transmite á cortísima distancia, á no ser que este ayre esté muy cargado de su humedad, en cuyo caso el agua llega á ser el vehículo por el que se transmite, al paso que se la podria llevar á una distancia tan considerable, que no se le conocen límites, presentándole una serie de cuerpos aislados, con tal que fuesen de la naturaleza de aquellos que se electrizan fácilmente por comunicacion: lo qual prueba con claridad que el ayre, aunque sea un fluido muy ralo, es para la materia eléctrica, como para la de la luz, un medio mucho menos permeable que otros muchos cuerpos, que tienen mucha mayor densidád.

5º La accion de la luz se transmite en un instante muy breve á grandísimas distancias, ya venga directamen-

mente de su orígen, ya se la reflecte ó refracte. Del mismo modo la accion de la *Electricidad* corre en un abrir y cerrar de ojos un espacio considerabilísimo, con solo hallar medios propios para transmitirla, como lo prueba el hecho siguiente. Electrizóse con un tubo de vidrio recien frotado, una cuerda aislada como convenia, que tenia 1256 pies de longitud; y esta cuerda se volvió eléctrica en un instante en toda su extension. (*Véanse las Memorias de la Academia de las Ciencias, año de 1733, pág. 247.*) Pero la experiencia que mejor prueba lo que se acaba de decir es el *Experimento de Leyden*; pues se sabe que todos los que participan de él sienten al mismo tiempo la conmocion, que es su efecto ordinario. El *Abate Nollet* lo hizo con 200 hombres que formaban dos filas, cada una de las quales tenia mas de 150 pasos de largo, habiendo conseguido un efecto completo: es mas que probable que lo mismo se verificaria con 2000 y aun mas.

6º La *Electricidad*, como el fuego, jamas tiene mayor fuerza que durante el gran frio, quando el ayre es seco y muy denso; al contrario, en los grandes calores y en un tiempo muy húmedo, sucede rara vez que los fenómenos eléctricos sean muy sensibles. Del mismo modo las materias mas combustibles, empapadas de humedad, solo arden con dificultad, sí bien es cierto que la humedad que es tan perjudicial á la *Electricidad* que se quiere excitar por rozamiento, lejos de oponerse á la de los cuerpos, á que se da esta virtud por comunicacion, les dispone para ella. Una cuerda mojada, por exemplo, transmite esta virtud mucho mas lejos y con mayor energía que si estuviera seca; al contrario, un tubo ó un disco de vidrio casi no da señal alguna de *Electricidad*, si se le frota con un cuerpo ó en un ayre que no esté muy seco; analogía que tambien se halla entre el fuego y la *Electricidad*, porque el incendio, como la *Electricidad*, no se produce en materias muy húmedas; pero si se ex-

excita por otra parte, el calor que resulta se comunica en ellas con la mayor facilidad.

De todas estas analogías podemos inferir con la mayor verosimilitud que la materia *eléctrica*, que es la causa inmediata de todos los fenómenos de la *Electricidad*, es la misma que la del calor y de la luz. Una materia que arde, que ilumina, y que tiene tantas propiedades comunes á la que inflama á los cuerpos, y que nos hace ver los objetos, parece que no debe ser otra cosa que la materia del calor, otra cosa que la misma luz.

Sin embargo, es preciso confesar que la materia eléctrica no es simple y puramente la materia del calor y de la luz, del todo despojada de otra substancia extraña; porque tiene cierto olor que no conviene á una ni otra: luego es muy probable que esta materia, en su esencia la misma que la del calor y de la luz, está unida á ciertas partículas, ya del cuerpo electrizado, ya del cuerpo electrizante, ya del medio, por el que pasó.

Tambien es preciso confesar que hay diferencias notables entre la materia eléctrica, y la del calor y de la luz.

1º La materia del calor, siempre que penetra los cuerpos, los calienta y aumenta su volúmen: la materia eléctrica no produce estos efectos: un cuerpo, por mucho tiempo que se electrice, ni se vuelve mas caliente, ni mayor, á no ser que se le caliente por otra parte, como lo prueba el experimento siguiente:

Experimento. Colóquese un termómetro de mercurio en una calderita de metal, en parte llena de agua: señálese con un hilo de seda el lugar del tubo en que termina el mercurio; únase todo á un conductor aislado; electrícese quanto tiempo se quiera, y se verán rayos de luz eléctrica que salen del mercurio, y se arrojan dentro del tubo. A pesar de todo esto no se aumentará el volúmen del mercurio, y por consiguiente no se calentará; pues todo cuerpo que se calienta aumenta de volúmen: lo qual proviene seguramente de

de que la materia eléctrica, que es la misma que la del calor, no solo está unida á las partes que le dan el olor, sino tambien combinada con estas partes, en cuyo caso dicha materia no excita calor alguno sensible.

La materia de la luz penetra el vidrio con grandísima facilidad; y la materia eléctrica lo hace muy dificilmente. ¿No debe atribuirse á esta combinacion de la materia eléctrica con una substancia extraña su dificil penetracion en el vidrio, á no ser este último calentado ó frotado? lo qual no dexa de enrarecerle; en cuyo caso sus poros mas abiertos dan á la materia eléctrica un paso mas libre. El rozamiento que electriza á los cuerpos puede muy bien calentarlos, y por consiguiente enrarecerlos; pero este efecto jamas se produce por la accion sola de la materia eléctrica.

DE LOS MEDIOS DE PRODUCIR LA VIRTUD ELECTRICA.

Dos son los medios que se emplean para producir la virtud eléctrica en los cuerpos: 1º frotándolos ya con la mano desnuda, ya con alguna substancia animal ó metálica: 2º arrimándolos, ó haciéndoles tocar ligeramente á un cuerpo recien electrizado. No se conocen casi cuerpos algunos que no puedan electrizarse, á lo menos de uno de estos modos; y aun los hay que pueden electrizarse de ambos. Llámase el primero *electrizacion por rozamiento*, y el segundo *electrizacion por comunicacion*. En general, los cuerpos que mejor se electrizan *por rozamiento*, se electrizan menos *por comunicacion*, exceptuando sin embargo al vidrio en ciertas circunstancias; y al contrario, los cuerpos que se electrizan mejor *por comunicacion*, se electrizan menos *por rozamiento*.

Hay muy pocos cuerpos de los que tienen la consistencia que se requiere para ser frotados, que no se electricen por rozamiento, mayormente si estan bien secos; pero

no

no todos son capaces de adquirir por este medio una *Electricidad* del mismo grado de energía. Los qué se electrizan con mayor fuerza de este modo son todas las materias vitrificadas; despues el lacre, el azufre, las resinas, la seda, las gomas, los pelos de los animales, el mismo ayre &c., cuyos cuerpos se llaman *idioeléctricos*.

Los cuerpos que se electrizan mejor por comunicacion, y que se llaman *an-eléctricos*, son las substancias metálicas, es decir, los metales perfectos ó imperfectos, y el agua. Por esta razon todas las materias húmedas, de qualquiera naturaleza que sean, se electrizan muy bien de este modo.

En quanto á los licores inflamables, como los espíritus ardientes y los aceytes, estos no se electrizan absolutamente por comunicacion; serian de la naturaleza de aquellos que se electrizan por rozamiento; pero como no tienen bastante consistencia para ser frotados, no puede conseguirse electrizarlos.

Para electrizar á los cuerpos por comunicacion, es necesario aislarlos, (*Véase* Aislar) para lo que los mas propios son los que se electrizan mejor por rozamiento.

La necesidad de aislar á los cuerpos; y las substancias propias para ello solo se conociéron por casualidad; cuyo descubrimiento se debió á los experimentos hechos por *Gray* en compañía de *Wheeler* el 3 de Julio de 1729. Habian estos Sabios atado con un bramante una bola de madera dorada á la extremidad de un tubo de vidrio; y al electrizarlo por rozamiento, se volvia la bola eléctrica por comunicacion. Entre la extremidad del tubo y la bola dorada solo habia quatro pulgadas de bramante; alargáron, pues, el bramante hasta 1, 2, 3 &c. pies; y la bola continuó siendo eléctrica: para poder poner un bramante todavía mas largo, subiéron al primer piso, y dexáron que la bola dorada colgase hasta hácia el suelo del patio, y todavía era eléctrica; subiéron al segundo, al tercer piso, y hasta el techo, consiguiendo siem-

pre el mismo efecto. No pudiendo subir mas arriba, y queriendo no obstante probar hasta qué punto se podria alargar el bramante, se colocáron en una granja muy larga, é hiciéron que su bramante tomase una situacion horizontal, en lugar de la vertical que tenia en sus primeros ensayos; y para sostenerle en el ayre, como igualmente á la bola dorada, atáronla con otro bramante sujeto á las vigas por medio de un clavo. En este estado no surtió efecto el experimento; la bola dorada no dió señal alguna de electricidad á pesar de lo corto que era el bramante que la ataba al tubo del vidrio, habiendo pensado que la materia eléctrica se escapaba por el bramante atado á las vigas, y que siendo este demasiado grueso, dexaba pasar una excesiva porcion de dicha materia. Recurriéron, pues, á un cordon de seda, que por menos grueso no era menos fuerte, y el experimento salió completamente; la bola dorada se electrizó á pesar de qualquiera longitud que se dió al bramante que la tenia atada al tubo de vidrio, con lo que creyéron haber adivinado que quanto mas delgado fuese el apoyo, tanto mas seguro seria el éxito; y para conseguirlo todavía con mas seguridad, á su modo de entender, en lugar del cordon de seda pusiéron un hilo de metal mucho mas delgado, y faltó enteramente el experimento, pues la bola dorada no dió señal alguna de electricidad; lo que les probó que el éxito no dependia del grueso del apoyo, y sí de su naturaleza. Despues hiciéron la prueba con diferentes substancias á fin de conocer quales eran las propias para aislar á los cuerpos; y observáron que eran las que se electrizan por rozamiento; lo qual les dió á conocer lo que hemos dicho mas arriba, á saber, que para electrizar á los cuerpos por comunicacion es necesario aislarlos; y que los cuerpos mas propios para este efecto son aquellos que se electrizan mejor por rozamiento. De este modo suelen hacerse regularmente los mas grandes descubrimientos.

Lue-

Luego para aislar á un cuerpo que se quiere electrizar por comunicacion, es preciso darle un apoyo de vidrio ó de porcelana, seda, crin, azufre, resinas, lacre, cera &c., pudiendo escoger la materia de estas que mas convenga, segun el peso, figura ó demas qualidades del cuerpo que se quiera sostener.

El P. *Ammersin*, Mínimo, nos ha enseñado que tambien se podia aislar á los cuerpos sosteniéndolos sobre madera bien secada al horno, y frita despues en aceyte hirviendo, de la que se han hecho taburetillos que han surtido muy buen efecto. Algunas veces me he valido de zuecos secados de este modo y fritos, que aislaban perfectamente á la persona que los tenia puestos: de la misma suerte he experimentado que algunos pliegos de papel, bien empapados de aceyte, aislaban medianamente al que se colocaba encima.

La substancia mas á propósito, y de que mas se usa para aislar es el vidrio; pero sin embargo se electriza algo por comunicacion, aun sin preparacion alguna preliminar, como lo prueba el experimento siguiente.

Experimento. Aproxîmese mucho, ó hágase tocar ligeramente un tubo de vidrio á un conductor electrizado; inmediatamente podrá atraer y repeler cuerpecitos muy leves, para lo qual no necesita estar aislado, pues se le puede tener en la mano.

Para aislar se emplean, como acabamos de decir, cuerpos idioeléctricos. Al contrario, para conductores debe hacerse uso de cuerpos an-eléctricos, que son los metales y el agua, y todos los cuerpos que la contienen; porque los hombres, los animales, la madera verde, las cuerdas mojadas &c. solo son buenos conductores de *Electricidad* por la humedad que contienen.

DE LAS SEÑALES POR LAS QUE SE MANIFIESTA LA VIRTUD ELECTRICA.

Las señales ordinarias, por las que se manifiesta la virtud eléctrica en un cuerpo son todas las de que hemos hablado arriba quando dimos la definicion de la *Electricidad*; de suerte que se mira á un cuerpo como actualmente electrizado, quando tiene la propiedad de atraer y de repeler cuerpos leves que se le presenten á distancia conveniente; de hacer en la piel de un ser animado una impresion sensible al tacto; de esparcir un olor de fósforo; de despedir penachos de una materia luminosa; de producir chispas brillantes que causan picazones bastante vivas en los cuerpos animados á los que se dirigen; de inflamar los licores ó vapores espirituosos &c.

De aquí se sigue que deben mirarse como actualmente electrizados todos los cuerpos que se hallan en la inmediacion del que se electriza por medio del aparato, aunque no aislados; porque todos estos cuerpos producen los mismos efectos, como lo verémos mas adelante; con sola la diferencia, que únicamente los producen por el lado vuelto hácia el cuerpo aislado que se electriza: luego estos efectos no se producen únicamente por el cuerpo expuesto á la accion del aparato, pues tambien contribuyen á ellos los que estan inmediatos: luego debemos considerar á la *Electricidad*, como la accion de la materia del calor y de la luz combinada con una substancia que le da olor, y á la que se ha hecho tomar cierto movimiento, no solo en los cuerpos frotados ó aislados, sino tambien en los inmediatos, aunque estos últimos no esten aislados: luego no debe considerarse el cuerpo frotado, ó el conductor aislado como el único agente de estos fenómenos, en virtud de una materia animada ó transmitida por él solo.

DE LOS PRINCIPALES INSTRUMENTOS QUE SIRVEN PARA PRODUCIR LOS FENÓMENOS ELECTRICOS.

Antes de entrar en el pormenor de los fenómenos eléctricos, conviene dar á conocer los principales instrumentos que se emplean para producirlos, á cuyo fin véanse los Artículos Tubo, Cañuto de lacre, Maquina electrica, Conductor, Botella de Leyden, Bateria electrica &c.

DE LOS FENÓMENOS ELECTRICOS.

Despues de haber dado la definicion de la *Electricidad*, exâminemos qual es la naturaleza de la virtud eléctrica; quales son los medios de producirla; las señales por las que se manifiesta; y los principales instrumentos que se emplean para producir los fenómenos eléctricos.

Trátase ahora de ver quales son estos fenómenos: despues informarémos á nuestros lectores de las tentativas que se han hecho, y de las teorías que se han imaginado para explicarlos.

Todos los fenómenos eléctricos pueden dividirse en dos clases. En la primera comprehenderémos aquellos movimientos así alternativos como simultáneos, á que se han dado los nombres de *atraccion* y *repulsion*, y en general todo lo que se efectúa por una causa que permanece invisible. Comprehenderémos en la segunda todos los hechos que vienen acompañados de luz, de chispas, picazones, inflamaciones, conmociones &c. Sin embargo de que algunos de estos hechos no parece á primera vista que tienen la menor analogía con los demas; con todo se verá por lo que sigue, que se parecen, y las mas veces solo son extensiones unos de otros, ó conseqüencias necesarias de una causa comun, pero variada por algunas circunstancias.

La

La matèria eléctrica, que diximos arriba está en movimiento ya dentro, ya al rededor del cuerpo electrizado, se dirige progresivamente á las inmediaciones hasta cierta distancia, la que es mayor ó menor, segun el grado de energía de la virtud eléctrica de este cuerpo. La prueba de esto es, que esta materia se lleva los cuerpos leves que se hallan en la superficie del cuerpo electrizado, y algunas veces los sostiene en el ayre á 18 pulgadas, ó 2 pies de distancia sobre el cuerpo electrizado, á pesar de su peso que se opone á ello.

Experimento. Despues de haber frotado un tubo de vidrio *A B* (*Lám. XVI*, *fig.* 3), preséntesele un cuerpecillo leve, por exemplo, un plumion *D*, el que se abre, y queda suspendido á cierta altura sobre el tubo; de suerte que si se levanta el tubo, tambien sube la plumilla, la que baxa quando lo hace el tubo.

La materia eléctrica sale siempre del cuerpo electrizado baxo la forma de ramitos ó penachos, compuestos de rayos divergentes entre sí; la que toman siempre sus efluxos, ya sea que esta materia permanezca invisible, ya aparezca por su inflamacion.

Experimento. Supongamos una barra de hierro *A B* (*fig.* 4) electrizada por un globo ó un disco de vidrio: en la extremidad *B* de ella, mas distante del globo ó del disco, se advertirá uno ó muchos penachos *E* de materia inflamada, cuyos rayos, partiendo de un punto, padecen mucha divergencia entre sí. Si se derraman muchas gotas de agua *i*, *i*, *i*, *i*, sobre la barra, presentando el exterior de la mano á las gotas, se verán salir otros tantos penachos luminosos *e*, *e*, *e*, semejantes al de *E*, de que acabamos de hablar. Si en lugar de las gotas se ponen sobre la barra muchos montoncitos *D*, *D* de polvo ó salvado, en el instante en que se vuelva eléctrica la barra, arrojará al polvo; pero cada montoncito al saltar tomará la forma de una garba G, G, y representará en grande el penacho de materia eléctrica, cuya impulsion sigue; con lo que sucederia, que si

si la virtud eléctrica tuviera bastante energía, el cuerpo electrizado pareceria todo herizado de penachos, como se ve en la *fig.* 2, *Lám. LXIX.*)

Iguales efectos se verifican, quando la barrra de hierro es electrizada por un globo, ó un disco de azufre ó de lacre; con sola la diferencia de que los fenómenos no son tan vistosos. Los penachos luminosos *E*, *e*, *e*, *e* son muchísimo menores, por lo qual se les llama *puntos luminosos*; pero se componen como los demas de rayos divergentes, y al que los observa con atencion le parece que tienen un movimiento progresivo hácia adelante; las garbas *G*, *G* no suben con mucho tan arriba, y toman un volúmen mucho menor.

Estas diferencias en la magnitud de los fenómenos diéron lugar á las distinciones de *Electricidad* en *vítrea* y *resinosa*; en *mas* y en *menos*; en *positiva* y *negativa*, de que hablarémos mas adelante. En efecto, estas diferencias exîsten, y su distincion es fundada; pero será preciso exâminar en qué consisten.

Estos penachos mayores y menores se verifican á un tiempo en un mismo cuerpo; cuyo fenómeno es constante y merece la mayor atencion. Si se electriza un conductor de metal (*Lám. XCVI*, *fig.* 5) *G F* con un globo de vidrio *L*, se ve en su extremidad mas apartada del globo un hermoso y grande penacho luminoso *F*; y en la extremidad por la que comunica al globo solo se advierte un penachito ó un *punto luminoso* *L*: y si á este conductor *G F* se presenta una vara *I* de metal puntiaguda, solo se nota en su extremidad un punto luminoso *f*. Al contrario, si se electriza un conductor de metal *K E* (*fig.* 6) con un globo de azufre *M*, solo se ve en su extremidad mas remota del globlo un punto luminoso *E*; y en la extremidad por la que comunica al globo se advierte un bello penacho luminoso *M* bastante abierto; y si al conductor *K E* se presenta una vara *H* de metal puntiaguda, se ve en su punta un bello y grande penacho luminoso *e*: luego el pe-

penacho se halla, en todos los casos, en la extremidad mas remota del conductor electrizado por el vidrio, en la extremidad por la que comunica el conductor con el globo de azufre, y en la punta presentada al conductor electrizado por el azufre: y el punto luminoso se halla en la extremidad mas apartada del conductor electrizado por el azufre, en la extremidad por la que comunica el conductor con el globo de vidrio, y en la punta presentada al conductor electrizado por el vidrio. Dícese que un cuerpo es electrizado *positivamente* ó *en mas*, quando manifiesta el penacho, y que lo es *negativamente* ó *en menos*, quando solo manifiesta el punto luminoso; con lo que se pretende que la *Electricidad positiva* ó *en mas* consiste en que el cuerpo electrizado de este modo contiene entonces mayor cantidad de fluido eléctrico de la que contiene en su estado natural; y que la *Electricidad negativa* ó *en menos* consiste en que este cuerpo contiene menor cantidad de fluido eléctrico que en su estado natural: y como este fluido tiende siempre, como todos los demas, á equilibrarse consigo mismo, se infiere (mas no se prueba) que un cuerpo electrizado *positivamente* despide sin cesar el fluido eléctrico que le sobra sin recibir otro nuevo: y que al contrario, un cuerpo electrizado *negativamente* recibe de todos los cuerpos que le estan inmediatos la porcion de fluido eléctrico que le falta sin dar ninguno; en cuya conseqüencia se dice, que el *penacho* indica la salida de la materia eléctrica; y que el *punto luminoso* manifiesta su entrada: mas esto no se conforma con los hechos siguientes:

Porque todos los cuerpos que se electrizan ya por rozamiento, ya por comunicacion, ya se comunique esta *Electricidad* por el vidrio ó por cuerpos resinosos; todos estos cuerpos, digo, reciben principalmente de los cuerpos an-eléctricos que les estan inmediatos, una materia semejante á la que despiden al rededor de ellos.

Experimento. Colóquese uno delante de un conductor *G F* (*fig*. 5) electrizado por el vidrio, ó mas bien (para poder

der decir por una y otra parte lo que se experimenta) sea un hombre aislado parte de este conductor: presente el dedo delante de la mano ó rostro de otro hombre no aislado; y este último sentirá un vientecillo fresco con cierto olor de fósforo. Si á este dedo se presenta una velita encendida G (*fig.* 7), una porcion de la llama y del humo será despedida hácia adelante: y si á este dedo se engancha un vasito K (*fig.* 8) lleno de agua, y terminado por un tubo delgado que solo permita su salida gota á gota, se acelerará esta salida, y se hará por cañitos continuos de rayos divergentes. Esto debe ser así, y la razon de ello es muy clara: el dedo del hombre aislado representa la extremidad *F* (*fig.* 5) del conductor *G F* electrizado por el vidrio, en la que se ve un bello penacho luminoso *F*, que se pretende indica la salida de la materia eléctrica: luego esta misma materia, al salir, hace que se sienta el viento; suministra el olor del fósforo; sopla á la llama y al humo, y acelera la salida del licor. Presente el hombre no aislado el dedo delante de la mano ó rostro del hombre aislado, y el dedo no aislado producirá los mismos efectos producidos por el dedo aislado; hará que se sienta el viento y olor del fósforo; soplará á la llama y humo de la vela que tenga el hombre aislado; y si se engancha á este dedo no aislado el vaso lleno de agua, la salida será acelerada. Unos mismos efectos tienen seguramente una misma causa: luego el dedo no aislado suministra una materia semejante á la que hemos dicho suministraba el dedo aislado. El hecho siguiente tampoco dexa que dudar sobre el particular. Hágase que el conductor *G F* comunique con una salvilla de metal aislada; llénese esta de aceyte que tenga de siete á ocho líneas de espesor: sobre esta salvilla, á siete ú ocho pulgadas de distancia y hácia el medio de ella, presentese la punta *f* de la vara de metal *I*; y se verá baxar el aceyte hácia el medio, dirigiéndose á las orillas como si se le moviese con un fuellecito. Hágase que nade encima del aceyte una bolita de corcho; preséntesele la punta *f*; la

 bo-

bolita se sumergerá en el aceyte hasta que llegue al fondo de la salvilla: y no volverá á subir hasta despues de apartada la punta: cuyos efectos solo pueden producirse por una materia que sale de dicha punta para dirigirse al cuerpo electrizado: luego los cuerpos an-eléctricos inmediatos á los cuerpos electrizados por el vidrio, suministran á estos últimos una materia semejante á la que sale de ellos. Sin embargo, el dedo no aislado representa la vara de metal *I*, en cuya punta solo se ve un punto luminoso *f* que se pretende ser únicamente la señal de la entrada de la materia eléctrica, y esta punta *f* produce los mismos efectos que el dedo no aislado: luego esta es una pretension del todo infundada. En efecto, claro está que es imposible que los efectos producidos por el dedo no aislado procedan de la salida del fluido eléctrico, que parte del hombre aislado para dirigirse al hombre no aislado: es así que solo pueden provenir de una salida en un sentido opuesto á la primera: luego &c.

La extremidad *E* del conductor *K E* (*fig.* 6.) electrizado por el azufre, y que solo manifiesta un punto luminoso *E*, produce tambien los mismos efectos que el dedo no aislado; hace que se sienta el viento y olor del fósforo; impele hácia adelante una porcion de la llama y humo de una velita *C*; acelera la salida del liquor colocado en el tubo hueco *E L*; luego tambien suministra fluido eléctrico al mismo tiempo que lo recibe de los cuerpos inmediatos. Igualmente la extremidad *F* del conductor *G F* (*fig.* 5) electrizado por el vidrio, recibe fluido eléctrico de los cuerpos inmediatos, al paso que les suministra una parte.

Síguese de aquí que el fluido eléctrico se mueve del mismo modo en todos los cuerpos electrizados ya por rozamiento, ya por comunicacion, ya se haya comunicado la virtud eléctrica por el vidrio, ó por cuerpos resinosos; y que la diferencia que hay entre la *Electricidad positiva* y la *negativa*, entre la *Electricidad en mas* y la *en menos*, solo consiste en la diferencia de la actividad del fluido eléctri-

tri-

trico, como lo sospecha el mismo *Francklin*, sin embargo de que esto se opone á su teoría. Quando su accion es animada por el vidrio, tiene mucha mas energía, y produce efectos mas vistosos, que quando lo está por cuerpos resinosos.

Tambien se sigue de lo que acabamos de decir, que todo cuerpo electrizado por rozamiento, por comunicacion, por el vidrio, por cuerpos resinosos, está rodeado de una atmósfera del fluido llamado *materia eléctrica*, cuyos rayos, animados por un movimiento progresivo, van en dos sentidos opuestos; partiendo unos del cuerpo electrizado para dirigirse á las inmediaciones, y viniendo á él los otros de los cuerpos que le estan inmediatos: estas dos corrientes se verifican al mismo tiempo; son simultáneas, y por lo regular la una es mas fuerte que la otra; lo qual prueba que los cuerpos que estan presentes á los cuerpos electrizados contribuyen para la produccion de los fenómenos.

Experimento. Sábese que un cuerpo electrizado atrae y repele en un mismo instante cuerpos leves que se le presentan; y esto por un mismo lado de su superficie: es decir, que los unos parecen atraidos al mismo tiempo que los otros son repelidos; cuyas atracciones y repulsiones seguramente se producen por las dos corrientes de que acabamos de hablar. La que parte de los cuerpos inmediatos al cuerpo electrizado hace que estos cuerpecitos parezcan atraidos; la que viene del cuerpo electrizado, los repele: y verificándose estos dos efectos en un mismo instante; se sigue que las dos corrientes son simultáneas. Mientras que el globo de vidrio *F* (*fig.* 9) suministra, segun convienen todos los Físicos, materia eléctrica al conductor *H D*, si se le presenta una llave *A*, ó un dedo *B*, ó qualquiera otro cuerpo an-eléctrico, se ve claramente que el fluido eléctrico se precipita desde estos cuerpos sobre dicho globo: luego &c. En el instante en que la hojita de metal *E* parece atraida por el conductor *H D*, los cuerpos leves *G*, *G*, que estan colocados encima, son repelidos por él: en el mo-

mento en que la salida del agua contenida en el vasito *D* se acelera, la del agua que contiene el vaso *C*, sostenido por una persona no aislada, se acelera igualmente; pero es preciso advertir que esta aceleracion solo se verifica por el lado del vaso *C* que está vuelto hácia el conductor electrizado. Si se coloca un hilo *I* sobre el conductor *H D*, en el momento en que este conductor se vuelve eléctrico, los dos extremos del hilo se apartan uno de otro, y se dirigen segun la corriente del fluido eléctrico que sale del conductor. Supongamos, pues, un gran número de hilos colocados al rededor del conductor *A B* (*fig.* 10): cada uno de estos hilos *f*, *f*, se dirige de modo que representan las prolongaciones de los rayos de este conductor; y si se le pasa un cerco *C C*, guarnecido de hilos *F*, *F*, se dirigen estos hácia el exe del conductor; los hilos *f*, *f*, se dirigen por el fluido eléctrico que sale del conductor; y los hilos *F*, *F*, se dirigen por el fluido de la misma especie que va desde el cerco al conductor: luego las dos corrientes en sentidos opuestos de este fluido son simultáneas.

Un cuerpo repelido por otro cuerpo electrizado, no dexa de ser atraido nuevamente por este cuerpo en el instante que ha tocado á algun cuerpo an-eléctrico.

Las atracciones eléctricas son mas vivas quando los cuerpos leves presentados al cuerpo electrizado estan sostenidos sobre apoyos de substancias an-eléctricas: generalmente hablando, los cuerpos son atraidos con mayor viveza, quando se presentan sobre un apoyo de metal, ú otra substancia que contenga humedad, de lo que lo serian si se presentasen sobre azufre ó lacre.

No todos los cuerpos son igualmente susceptibles de ser atraidos y repelidos por un cuerpo actualmente electrizado; por lo general, aquellos cuyo texido es mas tupido, los mas densos, parecen atraidos ó repelidos con mas viveza, y de mas lejos, que los menos densos, y cuyo texido es mas suelto y poroso. Por esta razon una misma cinta si solo se ha mojado, encerado, ó engomado, es mas

pro-

propia para ser atraida ó repelida, que quando no se ha preparado de este modo.

Un cuerpo electrizado, si puede moverse, es atraido por un cuerpo an-eléctrico no electrizado. Así sucede que una hojita de metal electrizada y suspendida por un hilo de seda, es atraida por la mano de un hombre, por un palo verde, por una vara de metal que se le presente.

La electrizacion acelera la evaporacion de los licores, como tambien la transpiracion de los animales.

Experimento. Colocando sobre un conductor, que se electriza actualmente, un cuerpo húmedo, como, por exemplo, una esponja, se secará antes que si se le dexase en el mismo lugar, sin estar expuesto á la accion de la *Electricidad.* Haciendo que un animal aislado comunique con un conductor igual, perderá, por la transpiracion insensible, mucho mas de lo que perderia en el mismo tiempo y lugar, si la virtud eléctrica no obrase en él.

Esta aceleracion de evaporacion y de transpiracion se verifica tambien en los cuerpos que sin comunicar con el cuerpo actualmente electrizado, solo se hallan en su inmediacion, y sin estar aislados; bien que este efecto es menor que en el caso anterior; porque en este último, la evaporacion y la transpiracion solo se aceleran por el lado dirigido hácia el cuerpo electrizado.

En quanto á la adherencia mutua de los cuerpos electrizados (*Véase* Cohesion eléctrica.)

Quando un conductor termina en punta muy fina, solo da señales muy débiles de *Electricidad*; y adquiere y conserva con mas dificultad la virtud eléctrica que si estuviera redondeado ó cortado en forma quadrada por la extremidad. Del mismo modo, si á un conductor fuertemente electrizado se presenta, aunque sea de muy lejos, una punta muy fina de una substancia an-eléctrica, inmediatamente se disminuyen en gran manera las señales de *Electricidad* que da este conductor, sin embargo de que no se apaguen del todo; cuya disminucion es tanto mas considerable,

ble, y se verifica á una distancia tanto mayor, quanto la punta es mas delgada. Si se aparta la punta, en el momento vuelven á aparecer las señales de *Electricidad*; presentándola otra vez, desaparecen en el instante; y he aquí lo que se llama el *poder de las puntas*, que primero observó *Franklin* ser muy real, y cuya explicacion verémos mas adelante. Pareciéndole que estas puntas tenian la propiedad de atraer, en cierto modo, la *Electricidad* de un conductor, imaginó dicho Sabio el trasegar ó llamar la *Electricidad* por este medio de una nube tempestuosa: este es el orígen de los *Pararayos*. (*Véase* PODER DE LAS PUNTAS.)

Los penachos inflamados *a b* (*fig.* 9) que se advierten en las extremidades y ángulos de los cuerpos electrizados siempre se componen de rayos divergentes entre sí, quando pasan al ayre; pero si se verifican en un espacio vacío de ayre, toman entonces otra forma. (*Véase* DIVERGENCIA ELECTRICA.)

Quando se arrima muy cerca de un cuerpo electrizado un cuerpo an-eléctrico, como el dedo de un hombre ó una varita de metal, salta entre uno y otro con viveza una chispa; mas esta no se verifica si el cuerpo arrimado al cuerpo electrizado es idio-eléctrico, por exemplo, vidrio, azufre, ó alguna resina.

Estas chispas se multiplican por una serie de conductores no contiguos; esto es, salta una chispa en cada lugar *h*, *i*, *k*, *l*, (*fig.* 11) en donde los conductores no se tocan, con tal que esten bastante inmediatos unos á otros; y el grado de proxîmidad es relativo al grado de energía de la *Electricidad* actual; el intervalo que separa á los conductores ha de ser tanto menor, quanto lo es la energía de la *Electricidad* del conductor principal *A B*.

La chispa que salta entre dos cuerpos es capaz de inflamar materias combustibles. Supongamos que un hombre aislado, y que comunica con el conductor *A B* (*fig.* 12), tiene en la mano *M* una cuchara llena de espíritu de vino; si-

si otro hombre no aislado presenta á ella el dedo *N*, saltará entre el dedo y la cuchara una chispa que inflamará al espíritu de vino. Lo propio sucederia, si el hombre no aislado *N* tuviera la cuchara, y el hombre aislado *M* presentase allí su dedo, ó un pedazo de metal. Para esto es necesario que la cuchara y el cuerpo presentado sean substancias an-eléctricas; pues si, por exemplo, la cuchara fuese de vidrio, ó el cuerpo presentado fuera un cañuto de lacre, no se verificaria chispa; y por consiguiente ni tampoco inflamacion.

Si con una mano se sostiene un vaso de vidrio ó de porcelana, como, por exemplo, una botella de vidrio delgada *F*, llena en parte de agua, en la que esté sumergido el extremo de una vara de metal *D* electrizada; y se acerca la otra mano á esta vara ó conductor *A B* con el que comunica, y por el que se electriza, para excitar una chispa *E*, se experimenta una violenta y repentina conmocion. (*Véase* EXPERIMENTO DE LEYDEN.)

Estos son los principales fenómenos eléctricos: exâminémos ahora las tentativas que se han hecho, y las teorías que se han inventado para explicarlos.

TEORIA DE LA ELECTRICIDAD DE DUFAY (*a*).

Dufay estableció primero estos dos principios generales:

1º *Que todo cuerpo electrizado sea por rozamiento, sea por comunicacion, está rodeado de un torbellino que se extiende mas ó menos, y por cuyo medio se pueden explicar no solo las atracciones y repulsiones, sino tambien todos los fenómenos eléctricos.*

2º *Que hay dos especies de* Electricidades *realmente distintas una de otra*; á saber, una que pertenece al vidrio,

(*a*) Esta teoría se ha extractado de las Memorias publicadas por *Dufay* entre las de la Academia de las Ciencias, año de 1733, pág. 458 y sig., y año de 1734, pág. 523 y sig.

drio, cristal, piedras preciosas &c.; á la que llama *Electricidad vítrea*; y otra, que pertenece al ámbar, azabache, goma-copal y otras resinas, á la que llama *Electricidad resinosa.*

Para no alterar en la menor cosa sus explicaciones, veamos lo que él mismo dice (*Mem. de la Academ. de Ciencias, año de 1733, pág. 458 y sig.*) Frótase bien el tubo para volverlo eléctrico, y teniéndole en una situacion horizontal, se le dexa caer encima una partícula de pan de oro, que por lo regular queda derecha, porque de este modo corta el ayre con mas facilidad; é inmediatamente que toca al tubo es repelida hácia arriba perpendicularmente á distancia de ocho ó diez pulgadas, en cuyo lugar queda casi inmóbil; y, si se le acerca el tubo, levantándolo, tambien se eleva ella, de modo que siempre permanece á la misma distancia, siendo imposible hacer que se junten. Procediendo así, se la puede conducir adonde se quiera, porque siempre huirá del tubo.......

Es de observar, dice *Dufay*, que por la distancia del tubo á que se mantiene la partícula, se puede juzgar de la extension del torbellino eléctrico; y que conduciéndola sobre todas las partes del tubo, ya haciéndole girar sobre su exe, ya poniéndole en una situacion vertical, se pueden representar los límites del torbellino, ó mas bien su capa, que tiene bastante fuerza para resistir al peso del pan de oro: pues tomando de este algunos pequeñísimos fragmentos, se les ve sostenerse á una distancia mucho mayor......

La explicacion de este hecho es muy sencilla, añade *Dufay*, suponiendo el principio que acabo de establecer; porque quando cae el pan de oro sobre el tubo, atrae este con viveza á aquel, sin embargo de que no es eléctrico (*obsérvese que* Dufay *dice que el pan es atraido con viveza; pero no dice por qué ni cómo*); mas inmediatamente que ha tocado al tubo, ó que solo se le ha acercado, ya se ha vuelto eléctrico, y por consiguiente es repelido por el tubo, y siempre queda distante de él, hasta que el pequeño torbe-

bellino eléctrico que habia formado (y que tiende á extenderse en sentido contrario al del tubo) esté disipado, ó, á lo menos, se haya disminuido considerablemente; en cuyo caso no siendo ya repelido el pan, cae sobre el tubo, ó vuelve á adquirir un nuevo torbellino, y por consiguiente nuevas fuerzas para apartarse; lo qual continuará mientras conserve el tubo su virtud.

En quanto á los dos géneros de *Electricidad*, realmente distintos uno de otro, de cuya exîstencia estaba persuadido íntimamente *Dufay*, dice, haberlos deducido de la experiencia; pues habia observado que el pan de oro repelido por el tubo electrizado, era atraido por un pedazo de goma-copal, de ámbar ó de lacre electrizado; al paso que este mismo pan era repelido por otro tubo, ó un pedazo de cristal recien frotado. En virtud de estos experimentos, dice (*Mem. de la Acad. de Cien. año de 1733, pág. 467*) he aquí, pues, constantemente dos *Electricidades* de naturaleza en un todo diferente; á saber, la de los cuerpos transparentes y sólidos, como el vidrio, cristal &c., y la de los cuerpos bituminosos ó resinosos, como el ámbar, la goma-copal, el lacre &c. Unos y otros repelen á los cuerpos que han adquirido una *Electricidad* de su misma naturaleza; y, al contrario, atraen á aquellos cuya *Electricidad* es de naturaleza diferente de la suya.

Si *Dufay* hubiera tenido tiempo de adelantar mas sus investigaciones, sin duda alguna habria advertido que los experimentos que le hiciéron admitir estas dos especies de *Electricidad*, faltan muchas veces, y que el cuerpo repelido por el vidrio, tambien lo es por el cuerpo resinoso; en cuyo caso los resultados son enteramente opuestos á los que observó, y de los que infirió dichas dos especies de *Electricidad*: luego hubiera mudado de opinion respecto de ellas.

Añadirémos aquí las proposiciones que creyó deber inferir de todos los experimentos que hizo sobre esta materia: son las que siguen.

1º Todos los cuerpos que hay en la Naturaleza son susceptibles de *Electricidad*, á excepcion de los metales y de las materias que no tienen la consistencia que se requiere para ser frotados.

2º Todos indistintamente, aun los líquidos, se vuelven eléctricos por comunicacion; solo la llama no lo llega á ser, ni es atraida por los cuerpos eléctricos.

3º Los cuerpos naturalmente eléctricos son los únicos que puedan llegar á serlo por comunicacion, colocados sobre un apoyo ó base de metal, madera ú otra materia que solo es muy poco ó nada eléctrica: y al contrario, lo llegan á ser menos que qualquiera otro sobre una base dispuesta para la *Electricidad*.

4º Las materias naturalmente eléctricas interpuestas entre el tubo y los panes de oro ú otro cuerpo leve, dexan pasar los efluxos eléctricos, al paso que todas las demas materias los interceptan.

5º Los cuerpos eléctricos son los menos propios para transmitir lejos la *Electricidad*; y los mojados son los mas á propósito para ello.

6º El mayor viento no desvia los efluxos eléctricos que se hace comuniquen mas allá de 1250 pies, por medio de una cuerda, ó de qualquiera otro cuerpo continüo.

7º Los cuerpos de la misma naturaleza se impregnan de la *Electricidad*, ó la interceptan con corta diferencia en razon de su volúmen.

8º Salen chispas que queman de un cuerpo vivo hecho eléctrico por la comunicacion del tubo; y esta luz no causa sensacion alguna de dolor, si sale de un cuerpo inanimado.

9º Hay dos *Electricidades* diferentes y distintas una de otra; á saber, la *vítrea* y la *resinosa*, de las quales la una atrae á los cuerpos repelidos por la otra.

10º Los cuerpos eléctricos atraen siempre é indistintamente á todos los que no lo son, y al contrario, repelen á todos los dotados de aquella *Electricidad*, que es

es de la misma especie que la suya.

11.º El ayre húmedo y cargado de vapores perjudica á la *Electricidad*, de qualquiera naturaleza que sea, y disminuye considerablemente sus efectos.

12.º Los cuerpos eléctricos colocados en el vacío exercen en él su accion; pero la materia de la *Electricidad* se dirige mas bien en el vacío, que al ayre libre; de suerte que un tubo ó un globo vacío de ayre solo produce efecto sensible en su interior.

13.º El ayre condensado en el interior del tubo parece que perjudica, quanto el ayre enrarecido, á los efectos exteriores de la *Electricidad*.

14.º Todos los cuerpos cuya *Electricidad* es algo considerable, sea *vítrea* ó *resinosa*, son luminosos; pero con algunas diferencias en la luz excitada en ellos por el rozamiento.

15.º La materia de esta especie de luz no es la misma que la de la *Electricidad*, por poder una de estas dos propiedades subsistir sin la otra.

16.º Finalmente, los cuerpos resinosos, aunque opacos, facilitan el paso libre á la luz, quando emana de la materia eléctrica, ó, á lo menos, viene acompañada de ella. (*Véanse las Mem. de la Real Academ. de las Ciencias, año de 1734, pág. 523 y sig.*)

Claro está que esta teoría se compuso en la niñez de la *Electricidad*; en un tiempo en que solo se tenian muy pocos conocimientos en la materia; pues á lo menos la mitad de estas proposiciones son falsas ó insignificantes. Si *Dufay* hubiera vivido mas tiempo, probablemente lo hubiera advertido: y aun desde el año 1737 rectificó lo que habia publicado en su 8.ª proposicion, y observó que las chispas, aun las que salen de los cuerpos inanimados, son capaces de causar á los cuerpos animados una sensacion de dolor. Por la proposicion 14.ª se ve que habia observado muy bien, que hay cierta diferencia entre los fuegos eléctricos, de los quales unos son excitados por el vidrio, y los

otros por los cuerpos resinosos : lo qual dió lugar despues á la distincion de la *Electricidad en mas* y *en menos* ; en *positiva* y *negativa*.

TEORIA DE LA ELECTRICIDAD DEL ABATE NOLLET (*a*).

Toda la teoría de *Nollet* se funda en los tres principios siguientes, que deduxo de la experiencia.

1º *Un cuerpo electrizado por rozamiento ó por comunicacion despide por todas partes rayos de materia eléctrica, que se extienden en el ayre, ó en los otros cuerpos del rededor.*

2º *Mientras duran estas emanaciones, otra materia igual viene de todas partes al cuerpo electrizado en forma de rayos convergentes.*

3º *Estas dos corrientes de materia eléctrica, que van en sentidos contrarios, exercen sus movimientos al mismo tiempo; y regularmente una de las dos es mas fuerte que la otra.*

A estas dos corrientes opuestas llamó *Nollet efluencias y afluencias simultáneas*, á las que representa, suponiendo (*fig.* 12) una porcion anular de un tubo, ó el equador de un globo erizado de penachos *a*, *a*, *a* &c., entre los quales se desliza una materia *b*, *b*, *b* &c. semejante á la que los forma; pero que se mueve en sentido contrario. Los penachos *a*, *a* &c. que parten del globo electrizado son la materia *efluente*; y la materia semejante *b*, *b* &c. que va al globo es la materia *afluente*: y como estas dos corrientes se verifican á un tiempo, forman lo que llama dicho sabio *efluencias y afluencias simultáneas*. (*Véanse estas dos palabras.*)

Para entender bien la opinion de *Nollet* acerca de la virtud eléctrica, es necesario referir aquí todas las proposi-

(*a*) Esta teoría se ha extractado de las diferentes Obras publicadas por Nollet sobre la Electricidad.

siciones que mira como evidentemente probadas por la experiencia, y por cuyo medio pretende explicar todos los fenómenos eléctricos: componen el número de treinta y quatro.

1.° La Electricidad es el efecto de una materia fluida que se mueve al rededor, y dentro del cuerpo electrizado.

2.° Este fluido ni es la materia propia del cuerpo electrizado, ni el ayre grueso que respiramos.

3.° Es muy probable que la materia eléctrica es la misma que la del fuego elemental y de la luz, unida á alguna otra substancia que le da olor.

4.° Esta materia está presente en todas partes, en el interior de los cuerpos como en el ayre que los rodea.

5°. Entre todos los cuerpos que tienen bastante consistencia para poder ser frotados, ó cuyas partes no se ablandan demasiado por el rozamiento, hay pocos que no se electricen quando se les frota.

6.° Todos los cuerpos que se pueden electrizar frotándolos no son capaces de adquirir un grado igual de *Electricidad* por medio de esta operacion.

7.° Las materias mas eléctricas, despues de frotadas, son las que han sido vitrificadas; y despues el azufre, las gomas, ciertos betunes, las resinas &c.

8.° Los cuerpos vivos, los metales perfectos ó imperfectos no se electrizan por rozamiento.

9.° Parece que hay muy pocas materias, en qualquiera estado que se hallen, que no reciban la *Electricidad* de otro cuerpo actualmente eléctrico.

10.° Hay algunas especies á las que se comunica la *Electricidad* mucho mas fácilmente, y con mas fuerza que á otras. De este número son los cuerpos vivos, los metales, y con bastante generalidad todas las materias que no se pueden electrizar por rozamiento, ó que no llegan á ser eléctricas sino muy poco y dificilmente por esta via.

11.° Y al contrario, los cuerpos que se electrizan mejor por rozamiento, el vidrio, el azufre, las gomas, las re-

sinas, la seda &c. reciben muy poca ó ninguna *Electricidad* por comunicacion.

12º Parece que los efectos son unos mismos en substancia, ya se produzca la *Electricidad* por rozamiento, ya se adquiera por comunicacion.

13º La comunicacion es un medio mas eficaz que el rozamiento para precisar á que se verifiquen los efectos de la *Electricidad.*

14º La materia eléctrica excitada ó puesta en accion, se mueve, en quanto puede, en líneas rectas, y su movimiento, por lo reglar, es un movimiento progresivo que traslada sus partículas.

15º La materia eléctrica es tan sutil, que penetra los cuerpos mas duros y mas compactos.

16º Pero no los penetra á todos con la misma facilidad: los metales, los cuerpos vivos, los húmedos y el agua son los que atraviesa con mas facilidad: el vidrio, el azufre, el lacre, las resinas, la seda, le son mas dificiles de penetrar, á no frotarlos ó calentarlos.

17º La materia eléctrica no atraviesa tan fácilmente al ayre atmosférico, como á los metales, á los cuerpos vivos, al agua &c.

18º Quando la materia eléctrica sale con ímpetu de un cuerpo y entra en el ayre, ya sea visible ó no, se divide en muchos caños divergentes que forman una especie de manojo ó penacho.

19º Esta materia invisible, cuya accion se extiende mucho mas allá de los penachos luminosos, no es mas que una prolongacion de estos rayos inflamados; y toda materia eléctrica, cuyo movimiento no va acompañado de luz, solo se diferencia de la que ilumina ó arde por su grado menor de actividad.

20º Un cuerpo electrizado por rozamiento ó por comunicacion, despide por todas partes rayos de materia eléctrica que se extienden en el ayre ó en los demas cuerpos del rededor.

Mien-

21º Mientras duran estas emanaciones, una materia igual va de todas partes al cuerpo electrizado en forma de rayos convergentes.

22º Estas dos corrientes de materia eléctrica, que van en sentidos contrarios, exercen sus movimientos al mismo tiempo; y por lo regular, el uno de los dos es mas fuerte que el otro.

23º La materia eléctrica no circula al rededor del cuerpo electrizado; y la atmósfera que forma no es un torbellino propiamente tal.

24º Los poros por los que sale la materia eléctrica del cuerpo electrizado, no parece que son tantos como los por que entra en él.

25º La materia que va al cuerpo electrizado no procede solo del ayre, sino tambien de todos los demas cuerpos inmediatos, que son susceptibles de electrizarse por comunicacion.

26º La materia que sale del conductor aislado por las diferentes partes de su superficie, que no van á parar al globo, proviene en gran parte del globo y del cuerpo que le frota.

27º La materia eléctrica que de todas partes acude al conductor aislado, vuelve, en gran parte, al globo y al cuerpo que le frota, desde donde pasa al ayre ambiente, ó á los demas cuerpos contiguos.

28º Un cuerpo actualmente eléctrico atrae y repele á toda clase de materias sin distincion, con tal que no las detenga invenciblemente un excesivo peso, ó algun otro obstáculo.

29º La *Electricidad* se ceba mas en unas materias que en otras.

30º Esta mayor ó menor disposicion á ser atraido ó repelido por un cuerpo eléctrico, depende menos de la naturaleza de las materias, de su color &c., que de la union mas ó menos tupida de sus partes.

31º La *Electricidad* no es un estado permanente; se de-

debilita, y cesa pasado un cierto tiempo, segun el grado de fuerza que se le hace adquirir, y la naturaleza de las materias en que se produce.

32.º Los cuerpos electrizables por comunicacion pierden fácilmente su virtud con el contacto de otro cuerpo de la misma naturaleza, no aislado.

33.º El vidrio electrizado por rozamiento, y aun por comunicacion, no se deselectriza del mismo modo, y puede guardar su *Electricidad* mucho mas tiempo que los conductores ordinarios.

34.º Es evidentísimo que las atracciones, repulsiones y otros fenómenos eléctricos son efectos de un fluido sutil que se mueve al rededor del cuerpo que se electriza, y que extiende su accion á una distancia mayor ó menor, segun el grado de fuerza que se le ha hecho tomar.

Me parece que esta teoría de *Nollet* se deduce bastante bien de los hechos, aunque no satisfaga enteramente: el grandísimo número de proposiciones que sienta me parecen probadas con evidencia por los experimentos que cita, y por los que yo mismo hice; y de ellos puede sacarse gran partido. En efecto, por su medio pueden (como lo verémos muy pronto) explicarse de un modo muy plausible la mayor parte de los fenómenos eléctricos.

El que hace mas tiempo que se conoce, por exemplo, y al mismo tiempo el mas constante, y que tambien es de la mayor importancia, á saber, el de las atracciones y repulsiones simultáneas que se verifican no solo por el mismo cuerpo electrizado, sino tambien por una sola é idéntica superficie de este cuerpo, puede explicarse de un modo, que satisface muchísimo, por esta teoría. Si se pregunta, pues, por qué un cuerpo actualmente electrizado ya por rozamiento, ya por comunicacion, atrae y repele por una misma superficie y á un tiempo á los cuerpos leves que se le presentan, y que tienen libertad de obedecer á su accion; de suerte que los unos son atraidos al mismo instante que los otros son repelidos: he aquí como lo explica *Nollet*:

llet. Un cuerpo actualmente electrizado despide por todas partes una materia fluida que sale de él en forma de ramos ó penachos, cuyos rayos divergen entre sí, y que se dirige progresivamente á las inmediaciones hasta cierta distancia. Esta materia, que se llama *efluente*, *es reemplazada al mismo tiempo por otra materia semejante que acude de todas partes al cuerpo electrizado*, llamada *materia afluente*. Teniendo estas dos materias *efluente y afluente un movimiento progresivo y simultáneo*, deben arrastrar consigo quanto encuentran que pueda obedecer á su impulso: pero como *estás dos corrientes de materia se muevan en sentidos contrarios*, de todos los cuerpos leves que se encuentran dentro de la esfera de actividad del cuerpo electrizado, unos son arrastrados hácia este cuerpo electrizado por la corriente de *materia afluente*, y de este modo parece que son atraidos; y los otros son repelidos por la corriente de *materia efluente*, segun se ceba mas ó menos en ellos una ú otra de estas dos corrientes. Parece imposible explicar estas atracciones y repulsiones simultáneas, á no admitir á un tiempo estas dos corrientes de materia eléctrica; y seguramente debe mirarse como insuficiente una teoría que no explique este fenómeno.

TEORIA DE LA ELECTRICIDAD DE JALLABERT (*a*).

Supongo desde luego, dice *Jallabert*, *un fluido muy sutil, muy elástico, que llena al universo y los poros de los cuerpos, aun los mas densos; que siempre tiende al equilibrio, ó á llenar los vacíos que se han producido*. Supongo tambien que *la densidad de este fluido no es la misma en todos los cuerpos; que es mas ralo en los cuerpos densos, y mas denso en los cuerpos ralos*; de suerte que los inters-

(*a*) Esta teoría se ha extractado de la Obra de *Jallabert*, intitulada: *Experimentos sobre la Electricidad*, con algunas conjeturas acerca de la causa de sus efectos, publicada en Ginebra en 1748.

ticios que dexan entre sí las partículas del ayre, encierran un fluido mas denso de lo que lo hacen, por exemplo, los poros de la madera ó del metal.

Admitidos estos principios, es fácil ver que si se frota un tubo ó un globo de vidrio, no solo se pondrán en movimiento las partículas eléctricas que ocupan los poros de la superficie, sino que tambien las partículas del cuerpo frotado adquirirán, en virtud de su elasticidad, un movimiento de vibracion, con corta diferencia, semejante al de una cuerda punteada, cada una de cuyas menores fibras, independientemente de la vibracion total de la cuerda, hace sus vibraciones particulares, y son como otros tantos puntos sonoros que esparcen el sonido por todas partes.

Las fibras elásticas del vidrio no pueden agitarse de este modo sin que al mismo tiempo la materia de la *Electricidad* sea arrojada y despedida con cierta fuerza fuera del globo, y sin que sea empujado y comprimido el fluido eléctrico, esparcido en el ayre: y como este fluido resiste á su condensacion, la materia eléctrica, apartándose por undulacion del globo, llega á ser mas densa y elástica hasta cierto punto, y se forma al rededor del cuerpo frotado una atmósfera mayor ó menor, cuyas capas mas densas se hallan hácia la circunferencia, y disminuyen en densidad hasta el cuerpo electrizado: luego un cuerpo leve que se hallase dentro de la capa mas elástica seria arrojado á la capa inmediata, que es mas débil, y así de capa en capa hasta el globo.

Pero consumiéndose muy pronto la fuerza con que la materia eléctrica es arrojada del cuerpo frotado, por la resistencia del fluido de las inmediaciones, este fluido condensado mas allá de su estado natural, debe, restableciéndose, empujar tambien á la materia eléctrica que ha salido del globo, y obligarla á retroceder hácia él. Esta materia, al volver hácia el globo, no se equilibra allí inmediatamente; pues quanto mas se acerca á dicho lugar, mas se condensa en todo su rededor, y el cuerpo leve es re-

pe-

pelido desde una capa mas elástica á otra que lo es menos, hasta la exterior, ó la menos densa: luego el fluido eléctrico está, al rededor del cuerpo electrizado, en perpetuas oscilaciones de dilatacion y contraccion, por la accion del fluido que se escapa de este cuerpo, y la reaccion del fluido de que abunda el ayre. Esta accion del fluido al que la fuerza de rozamiento exprime de los poros del globo, y esta reaccion del fluido esparcido en el ayre, producen la atraccion y la repulsion. (*Es preciso observar aquí, que esta* accion *y esta* reaccion *á lo mas explican las* atracciones *y* repulsiones alternativas *de un cuerpo leve; pero no en modo alguno* las atracciones y repulsiones simultáneas *producidas por un mismo lado de la superficie de un cuerpo electrizado.*)

Aunque el fluido eléctrico reside en mayor ó menor cantidad en todos los cuerpos, sin embargo no puede producir un efecto sensible, á no ponerse en movimiento por alguna causa exterior: el calor y el rozamiento le ponen en accion de un modo particular.

Pero este mismo calor, que aumenta el resorte de las fibras de ciertos cuerpos, y que agita vivamente al fluido eléctrico que reside en sus poros, y en su superficie, produce en otros cuerpos efectos del todo opuestos, quando se les frota ó calienta. Este calor, dilatándolos y ablandándolos, muda su contextura natural, debilita la elasticidad de sus fibras, y por consiguiente apaga en ellos aquella facilidad que sirve para desenvolver la *Electricidad.* (*Mucho dudo que satisfaga á nadie este raciocinio.*)

Luego, por el diferente texido de los cuerpos, y por los varios grados de densidad del fluido eléctrico que reside en sus poros, debe explicarse por qué un mediano calor, ó una leve friccion vuelven á ciertos cuerpos eléctricos; por qué otros solo lo llegan á ser despues de calentados y frotados con fuerza; y por qué otros, por mucho que se calienten y froten con viveza, únicamente se electrizan con debilidad, ó no lo consiguen absolutamente.

Los fluidos y los cuerpos blandos, que habiendo cedido á una leve impresion, no se restablecen despues, y que por consiguiente son incapaces de un movimiento oscilatorio, por lo mismo no podrian volverse eléctricos.

Si los metales, que son los cuerpos mas densos, no pueden electrizarse por el rozamiento ó por el calor, sucede porque siendo muy ralo el fluido que reside en ellos, no puede el rozamiento exprimir de sus poros una cantidad de este fluido, suficiente para formar al rededor de ellos una atmósfera sensible. (*¿Pero cómo puede esta cantidad del fluido llegar á ser* suficiente *para formar esta atmósfera, quando los metales se han electrizado por comunicacion?*) El texido de sus fibras que han entrado demasiado unas en otras, se han tupido demasiado para que las pueda estremecer el rozamiento, lo qual tambien puede oponerse á su *Electricidad.* (*¿Pues qué, quando se electrizan los metales por comunicacion, se desencaxan las fibras, y se vuelven menos tupidas?*)

Los cuerpos resinosos, sulfurosos, dotados de una virtud eléctrica superior á la de otros cuerpos menos densos y mas elásticos que ellos, deben exceptuarse de la regla que acabamos de establecer. *Me inclino*, dice, *Jallabert*, á atribuir la gran virtud de estos cuerpos inflamables á la materia del fuego de que abundan. (*No está probado en modo alguno, que estos cuerpos inflamables contienen una abundancia de la materia del fuego ó de calórico; al contrario, es probable que solo contienen muy poco, y aun ninguno.*)

Lo mismo sucede con las vibraciones de las fibras de un cuerpo electrizado, y con las del fluido que reside en los poros de este cuerpo, ó que le rodea, que con las oscilaciones de un péndulo: duran mas ó menos tiempo despues que dexa de obrar la fuerza que las ha ocasionado, y solo se detienen despues que se ha consumido ó destruido su movimiento por la resistencia del fluido de las inmediaciones. Por esta razon las materias mas elásticas,

cas, como el vidrio y la porcelana, conservan despues de su rozamiento su virtud mucho mas tiempo que otros cuerpos mas abundantes que ellos en fluido eléctrico.

La dificultad, ó mas bien la imposibilidad de electrizar por rozamiento los cuerpos mojados ó frotados con la mano húmeda, no debe extrañarse. Nadie ignora que la humedad debilita el resorte de los cuerpos; y por otra parte se ve que las partículas de agua, insinuándose en los poros de un cuerpo frotado, perjudican á las vibraciones de sus fibras, oponiéndose de este modo al movimiento del fluido encerrado dentro de sus poros. (*Podria admitirse este raciocinio si los cuerpos húmedos no se electrizasen absolutamente; pero estos cuerpos se electrizan muy bien por comunicacion: luego entonces no se opone la humedad al movimiento del fluido encerrado dentro de sus poros; y si no se opone en este último caso, ¿por qué quando se les frota?*)

Si un cuerpo leve, atraido, y despues repelido por un cuerpo eléctrico, no vuelve á acercarse á él sino despues de un cierto tiempo, ó despues de haber tocado á algun cuerpo no eléctrico, sucede porque este mismo cuerpecillo se ha hecho eléctrico por comunicacion, y ha adquirido á su rededor una atmósfera eléctrica, compuesta no solo del fluido de sus poros, movido y empujado hácia fuera por la materia emanada del cuerpo electrizado (*convendria decir cómo y por qué la materia que emana del cuerpo electrizado, y que va á herir al cuerpo leve, hace que salga de sus poros el fluido eléctrico*), sino tambien de esta misma materia que salió del cuerpo frotado, y que por su tendencia á estar siempre en equilibrio, se habrá insinuado desde luego en los poros del corpúsculo, principalmente si su densidad era considerable: y como la atmósfera del cuerpo frotado y la del cuerpo leve tienden ambas á extenderse en sentidos contrarios, y vuelven á obrar mutuamente, claro está que el cuerpo leve debe ser repelido, y mantenerse distan-

tante del cuerpo frotado, hasta que la atmósfera que ha adquirido se haya disipado por sí misma, ó que el cuerpo leve haya perdido su electricidad por el contacto de un cuerpo no eléctrico.

Los cuerpos que despues de haberse acercado á otro cuerpo electrizado han sido repelidos, y quedan distantes de él, se dirigen, al contrario, con ímpetu hácia los cuerpos no eléctricos. Este fenómeno, por el que parece que los cuerpos electrizados han adquirido no solo la propiedad de atraer, sino tambien la de ser ellos mismos atraidos por los cuerpos no eléctricos, siempre me ha parecido dificil de explicar. (*No lo es quando se ha observado bastante bien para descubrir su causa.*) Porque si los cuerpos electrizados estan en equilibrio en el centro de su atmósfera, ¿cómo se dirigirán hácia los cuerpos no eléctricos? .... Lo que me parece mas probable es, que un cuerpo leve electrizado se acerca á los cuerpos no eléctricos, porque su pequeña atmósfera conservada por la resistencia del ayre que la rodeaba, se agota desde luego al acercarse los cuerpos no eléctricos á los que penetra con libertad (*esto parece bien observado*), y hácia los que no puede dirigirse sin llevarles el cuerpo leve; del mismo modo que una agua encerrada no podria salir por una abertura sin llevarse las pajitas que contuviese. Quizá tambien, y estas dos razones pueden concurrir, el esfuerzo que hace la materia de la *Electricidad* acumulada y agitada al rededor de los cuerpos electrizados para pasar á los cuerpos no eléctricos, influye en este fenómeno; porque supuesto que por estos principios la materia eléctrica tiende á extenderse adonde halla menos resistencia, la materia que rodea al cuerpo electrizado deberá dirigirse con ímpetu hácia el cuerpo no eléctrico que se le acerque; y arrojando y apartando al fluido sutil que se halla entre ellos, deberá condensar al de las inmediaciones. (¿*Qué* fluido sutil *es este*? ¿*y por qué se* condensa?) Este fluido, siendo condensado vuel-

vuelve á obrar, para restituirse á su primer estado con una fuerza igual á la con que fué arrojado, y oprime y empuja á los dos cuerpos uno contra otro. (*Esto no pasa de una hipótesis gratúita que no merece la menor atencion.*)

Podrian alegarse, continúa *Jallabert*, contra las explicaciones que doy de los fenómenos de la atraccion y repulsion, los experimentos que presentan en un mismo instante atracciones y repulsiones. (*Este alegato está bastante bien fundado.*) Así es que unos cuerpos leves, colocados encima de una salvilla de metal, ó sobre la mano de una persona vivamente electrizada, saltan al ayre, al paso que otros, presentados debaxo de la salvilla ó de la mano, se acercan á ella. Pero claro está que las circunstancias que acompañan á estos varios fenómenos son muy diferentes: los cuerpos leves colocados sobre la salvilla ó la mano se electrizan al mismo tiempo que la salvilla ó la mano; y por consiguiente deben apartarse de ella, supuesto que los cuerpos electrizados se repelen mutuamente. (*Esto es cierto; pero si se colocaran en la salvilla ó en la mano cuerpos leves que no fuesen electrizados por comunicacion, como azufre polvificado, resina machacada, pedacitos de seda &c., estos cuerpos no se electrizarian al mismo tiempo que la salvilla y la mano; y sin embargo serian repelidos, como lo prueba la experiencia.*) Ademas, solo pueden obedecer á la accion del fluido que tiende á apartarlos de la mano ó de la salvilla; al paso que los cuerpos leves presentados á alguna distancia obedecen sin obstáculo á la accion del fluido que tiende á atraerlos hácia la mano ó hácia la salvilla electrizada. (*Luego este fluido que tiende á atraer de este modo hácia la mano no es el mismo, ó á lo menos no tiene la misma direccion que el que en el mismo instante tiende á apartar de ella á los demas: luego &c.*)

Hay experimentos que todavía parecen mas opuestos á nuestra teoría. Esta supone que los cuerpos leves pri-

primero son atraidos, y despues repelidos; quando se ve al contrario que los varios cuerpos leves (como porcioncitas de polvos de cartas) colocados al rededor de un cuerpo electrizado, unos se arrojan hácia él al mismo tiempo que otros muchos se alejan. (*No puede negarse que este hecho se opone mucho á la teoría de Jallabert; pero veamos como sale de la dificultad.*) No hay duda que mis observaciones disminuyen el número de las repulsiones, y aumentan el de las atracciones: mas suponiendo que muchas partículas son algunas veces repelidas antes de ser atraidas, ¿no puede provenir esto de que los granitos de polvos de cartas embarazados unos con otros no se mueven libremente en todos sentidos? (*Aquí solo veo atollado á Jallabert.*) ¿de que los que no hallan obstáculo para acercarse al cuerpo electrizado, ceden á la accion del fluido que los conduce hácia él; al paso que los otros, impedidos en su impulsion hácia el cuerpo electrizado, pero libres para moverse en sentido opuesto, se apartan de allí (*¿Qué cosa les da esta libertad de moverse en sentido opuesto? ¿y quál es el fluido que conduce á los demas hácia el cuerpo electrizado?*) Las oscilaciones del fluido eléctrico son tan prontas, que la vista no puede seguir el órden con que se suceden, ni sus efectos: y finalmente, ¿no pueden las partículas que se arrojan hácia el cuerpo electrizado imprimir en algunas de las en que se apoyan un movimiento en sentido opuesto al suyo? (*Mucho dudo de que esta explicacion parezca clara y concluyente.*)

Jallabert con la mayor buena fe del mundo refiere muy fuertes objeciones contra su teoría; objeciones á las que conoce muy bien que no puede responder; y con todo no renuncia á ella: gran prueba del tierno amor que tiene un padre á sus hijos, por muy horribles que sean.

Aunque la distincion, continúa *Jallabert*, de las dos *Electricidades*, resinosa y vítrea, se advierta en algunos efectos, no puede admitirse en la causa sin grande cir-

circunspeccion..... y se seguirian muy extrañas conseqüencias de buscar en la *Electricidad* vítrea un fluido distinto del de la resinosa, y de multiplicar de este modo el número de los fluidos á medida que se crea necesitarlos para explicar algun nuevo fenómeno. Mas bien me inclinaria á creer que esta contradiccion aparente, entre los efectos de la *Electricidad* de los cuerpos vítreos y los de los cuerpos resinosos, proviene de la desigualdad de fuerza de sus atmósferas, la que varía segun la naturaleza de los cuerpos. (*Esto tiene fundamento atendido lo que se dixo arriba acerca de la Electricidad en mas y en menos.*) Acérquense dos cuerpos cuyas atmósferas sean iguales en fuerza, y es claro que en lugar de aproxîmarse, se repelerán mutuamente: pero si la atmósfera del uno es mucho mas débil que la del otro, el movimiento de la mas débil se destruirá muy pronto, y los dos cuerpos se acercarán.

Esta desigualdad de fuerza entre la atmósfera de los cuerpos vítreos, y la de los cuerpos resinosos, no es una mera suposicion; nace de la naturaleza de estos mismos cuerpos. El vidrio y la porcelana no solo son mas elásticos que la resina y el ámbar; sino que esta elasticidad se aumenta tambien por el calor del rozamiento; al paso que este mismo calor destruye la elasticidad de los cuerpos resinosos: luego el fluido eléctrico será arrojado con mayor fuerza fuera de estos cuerpos vítreos, que fuera del ámbar y de la resina. Así vemos que la experiencia demuestra, 1º que la atmósfera de los cuerpos resinosos no obra con mucho tan lejos como la de los cuerpos vítreos; 2º que la virtud eléctrica que contraen los cuerpos arrimados á la resina es mucho mas débil que la que reciben del vidrio electrizado; 3º que el dedo solo saca de los cuerpos resinosos á que se acerca, una luz pálida, y jamas chispas.

Los cuerpos leves únicamente son atraidos con debilidad por un tubo ó un globo en que se ha enrarecido

ó condensado el ayre, y la atraccion se vuelve mas fuerte en el momento que el ayre adquiere en el globo su estado natural. Por grande que sea la oposicion que hay entre enrarecer el ayre, y hacerlo mas denso, los efectos que resultan de estas dos operaciones pueden provenir de una misma causa, como lo demuestra un experimento muy comun. Tómese una botella quadrada de un vidrio delgado; extráigase de ella el ayre; y la presion del ayre exterior la reventará: condénsese, al contrario, con una bomba de compresion, el ayre en otra botella igual; y el resorte del ayre comprimido en la botella, no la quebrará menos. ¿Pues por qué no hemos de poder atribuir igualmente la poca virtud de los globos, en que el ayre está demasiado enrarecido ó condensado, á la desigualdad de las dos presiones, exterior é interior? ¿No perjudica esta desigualdad á la vibracion de las fibras elásticas del vidrio, y por consiguiente á la formacion de una atmósfera eléctrica? (*No es dificil conocer quan coxa es esta comparacion, tanto mas quanto se conoce la razon de estos fenómenos.*) (*Véase* MAQUINA NEUMATICA y AYRE.)

Queda que explicar, dice *Jallabert*, de donde proviene que la virtud eléctrica se manifiesta ó aumenta desde que el ayre se restituye en el globo á su estado natural. ¿Provendrá acaso de que el rozamiento animó el resorte de las fibras elásticas del vidrio; de suerte, que apartado el obstáculo que se oponia á sus vibraciones, se aumenta bastante el movimiento oscilatorio de sus fibras para producir una *Electricidad* sensible?

Los cuerpos menos eléctricos por sí mismos lo llegan á ser quanto pueden, aproxîmados á un cuerpo electrizado: los metales, á los que el calor ó el rozamiento no pueden dar la virtud eléctrica, la reciben fortísima por comunicacion; y al contrario, los cuerpos á los que el rozamiento vuelve fácilmente eléctricos, solo se electrizan con mucha dificultad y poca fuerza, acer-

cán-

cándolos á un cuerpo electrizado.

La causa principal de estas diferencias es el mas ó menos fluido eléctrico que reside en los poros de los diferentes cuerpos. Si se arrima á un cuerpo electrizado otro cuerpo denso, en el que abunde poco la materia de la *Electricidad*, las undulaciones del fluido eléctrico que siempre se dirigen adonde hallan menos resistencia, llegando al cuerpo denso, se extenderán en él libremente; y como de este modo se interrumpe el equilibrio entre la materia eléctrica de este cuerpo, y la que le rodea, este cuerpo llegará á ser un centro, del que partirán las undulaciones que formarán al rededor una atmósfera eléctrica.

Si, al contrario, se presenta al cuerpo electrizado un cuerpo abundante en fluido eléctrico, el fluido agitado al rededor del cuerpo electrizado, hallando en el cuerpo que se le acerca una gran cantidad de fluido que mover, y por consiguiente mayor resistencia, no puede agitar allí el fluido eléctrico hasta obligarle á salir y formar una atmósfera eléctrica. Por esta razon la pez, la resina, el azufre, en lugar de transmitir el fluido que procura introducirse en ellos, lo reunen en el interior y al rededor de los cuerpos electrizados que se han colocado sobre ellos.

Mas ¿de dónde proviene que la materia eléctrica del globo no se agota sin embargo de propagarse en tan gran cantidad en los cuerpos densos? ¿Y cómo puede el globo despues de tan largas y freqüentes operaciones tener tanta virtud como si no hubiese comunicado la *Electricidad* á ningun cuerpo? No me parece inverosímil que el fluido eléctrico, que desde el globo pasa á los cuerpos densos, sea reemplazado por el de las capas de ayre inmediatas al globo. (*Aquí es preciso observar que* Jallabert *no puede menos de recurrir, á pesar suyo, á lo que llamó* Nollet materia afluente, *la que se suministra mucho mas por la almohadilla, y los cuer-*

pos an-eléctricos inmediatos, que por el ayre.) Este fluido de que abunda el ayre, debe, en fuerza de su tendencia al equilibrio, dirigirse sobre el globo, y contraer en él por el estremecimiento de las fibras elásticas del vidrio, un movimiento semejante al del fluido arrojado fuera del globo por las vibraciones de estas mismas fibras del vidrio; y el fluido que suministran al globo las capas de ayre mas inmediatas, será tambien reemplazado por el de las capas mas distantes &c. &c., verificándose de este modo una especie de circulacion del fluido eléctrico, hasta que habiendo cesado el rozamiento, se haya restituido á su equilibrio natural todo este fluido que se habia agitado.

El agua, tan perjudicial á la virtud eléctrica que se quiere excitar por el rozamiento, favorece, al contrario, la virtud de la *Electricidad*. Tan opuesta es su naturaleza á la de los licores aceytosos é inflamables, que seguramente no se creerá abunde en fluido eléctrico. (*¿Por qué no? Véase lo que diximos pág. 76 lín.* 19) Ademas, es mas densa que otros sólidos, como el cáñamo y el lino. (*Pero estas dos substancias, penetradas de agua, ya no sobrenadan; luego son en sí mismas mas densas que el agua.*) Luego no es extraño que los cuerpos, colocados sobre apoyos húmedos, no puedan volverse eléctricos; que una cuerda mojada sea mas propia para transmitir la *Electricidad*, que una cuerda seca; que una planta sin arrancar ó recien cortada, y llena de sábia, llegue á ser mas eléctrica que otra planta seca &c. Aun es de creer que la facilidad con que los hombres y los animales se electrizan por comunicacion, proviene en parte del fluido aquoso de que abunda su cuerpo. (*Todos estos hechos son ciertos; mas no por esto es mas fundada la razon que de ellos da* Jallabert.)

El fluido eléctrico no se propaga deslizándose sobre la superficie de los cuerpos, y sí penetrándolos; y aun se transmite en ellos con tanta mas facilidad, quanto el cuer-

cuerpo es mas denso. En segundo lugar, los cuerpos que electriza el rozamiento con mayor facilidad, como el azufre y la resina, son á los que con mayor trabajo atraviesa el fluido eléctrico. (Jallabert *no advirtió que el azufre y casi todas las resinas, por las que se transmite muy dificilmente el fluido eléctrico, son mas densas que el agua, que da libre paso á este fluido.*)

Estos fenómenos, lejos de oponerse á nuestra teoría, sirven para apoyarla; porque si se concede que la densidad del fluido eléctrico que reside en los poros de los cuerpos, es mayor en los ralos que en los densos (*entonces seria preciso conceder que esta densidad es mayor en el agua que en el azufre y resinas; lo qual seria muy contrario á la teoría de* Jallabert), no podrá menos de reconocerse que la resistencia, que el fluido contenido en los poros de los cuerpos añadirá á las undulaciones eléctricas que procurarán extenderse allí, será mayor en los cuerpos mas ralos; que el ayre, por exemplo, resistirá mas á estas undulaciones que el agua, ochocientas veces mas densa.

Si el vidrio y la porcelana oponen á las undulaciones eléctricas una resistencia mayor de lo que parece supone su densidad, es porque el arte ha reunido en el vidrio y porcelana mas materia eléctrica é ígnea que la que deberian contener naturalmente. Su preparacion los expone á una larga accion de un fuego violento, y sus poros se llenan de una infinidad de partículas ígneas, que quedan encerradas en ellos quando se enfrian las superficies de estos cuerpos: (*Suposiciones puramente voluntarias.*) Luego no es extraño que el rozamiento haga salir del vidrio y de la porcelana un fluido luminoso, y que estas materias que ya estan llenas de él no admitan en sus poros mayor cantidad, á no ser con mucha dificultad.

El caso de las materias sulfurosas, resinosas y aceytosas, cuya resistencia á las undulaciones eléctricas todavía

vía es mayor, á proporcion de su densidad, es dificil de explicar en todas las hypótesis; y me cuesta tanto menos exceptuarlas de la regla que he establecido sobre los diferentes grados de densidad del fluido eléctrico en los cuerpos, quanto el mismo Caballero *Newton* las exceptuó de la ley establecida en su admirable Tratado sobre la *luz y los colores*; á saber, que las fuerzas refringentes de los cuerpos son, con corta diferencia, á proporcion de su densidad; pues la experiencia enseña que los cuerpos que abundan en partes aceytosas ó sulfurosas tienen una fuerza refringente mucho mayor que los demas cuerpos de igual densidad. (*La excepcion que hace aquí* Jallabert *es en un sentido enteramente opuesta á la que hizo* Newton; *porque los efectos que producen en la Dióptrica las materias aceytosas ó resinosas, son los mismos que si estas materias tuviesen una densidad mayor de la que tienen; y, al contrario, los efectos que producen en la Electricidad estas mismas materias, son los mismos que si, segun la teoría de* Jallabert, *tuvieran una densidad mucho menor de la que tienen: luego estas materias producen á un tiempo los efectos de un cuerpo mas denso que ellas, y los de un cuerpo mas ralo.*)

Es mas que probable que la teoría de *Jallabert* hallará pocos sequaces.

TEORIA DE LA ELECTRICIDAD DE FRANCKLIN (*a*).

Francklin comienza primero estableciendo tres principios fundamentales, que son:

1.º *La materia eléctrica se compone de partículas sumamente sutiles*; pues puede atravesar á la materia comun, aun

(*a*) Esta teoría se ha extractado de una Obra intitulada: *Experiencias y observaciones sobre la Electricidad, hechas en Filadelfia, en América*, por Benjamin Francklin, traducida del Inglés por D' Alibard, y publicada en 1756.

aun los metales mas densos, con tanta facilidad y libertad, que no experimenta ninguna resistencia sensible.

2º *La materia eléctrica se diferencia de la materia comun en que las partes de esta se atraen mutuamente al paso que las de la primera se repelen unas á otras*: de aquí proviene la divergencia aparente en una corriente de efluxos electricos. (*Esta divergencia no es efecto de la repulsion* mutua *de las partes de la materia eléctrica; porque quando estos efluxos se verifican en un lugar vacío de ayre, no hay tal divergencia; y sin embargo estas partes no deberian dexar de repelerse entonces.*)

3º *Pero aunque las partículas de materia eléctrica se repelen una á otra, son atraídas con fuerza por qualquiera otra materia.*

De la extrema sutileza de la materia eléctrica, de la mutua repulsion de sus partes, y de la fuerte atraccion entre sí y una y otra materia, resulta este efecto, que quando una cantidad de materia eléctrica se aplica á una masa de materia comun de magnitud y longitud sensibles (que aun no ha adquirido su cantidad), en el momento se esparce igualmente en la totalidad.

Luego la materia comun es una especie de esponja para el fluido eléctrico. Una esponja no recibiria al agua si las partículas de esta no fueran menores que los poros de la esponja; solo la recibiria muy lentamente si no hubiera una atraccion mutua entre sus partículas y las de la esponja: esta la chuparia con mas prontitud si no se opusiese á ello la atraccion recíproca entre las partes del agua; pues se necesita valerse de alguna fuerza para separarlas: finalmente la imbibicion seria muy rápida si en lugar de la atraccion hubiese entre las partes del agua una mutua repulsion que concurriese con la atraccion de la esponja; y he aquí precisamente el caso en que se hallan la materia eléctrica y la materia comun.

Pero en la materia comun hay (generalmente hablando) tanta materia eléctrica, quanta puede contener en su subs-

substancia ; y si se añade mas, el exceso queda sobre la superficie, forma lo que llamamos una atmósfera eléctrica ; y entonces se dice que el cuerpo está electrizado.

Supónese que toda especie de materia comun no atrae ni retiene á la materia eléctrica con una fuerza y actividad igual por las razones que expondrémos mas adelante ; y que los cuerpos llamados desde su orígen eléctricos, como el vidrio &c., la atraen y la retienen con mas fuerza, y contienen la mayor cantidad de ella.

Sabemos que el fluido eléctrico se halla en la materia comun, porque le podemos extraer y hacerle salir por medio del globo y del tubo ; sabemos que la materia comun tiene poco mas ó menos quanta puede contener ; pues quando añadimos alguna mas á una porcion qualquiera, no entra esta cantidad añadida, sino que forma una atmósfera eléctrica ; y sabemos que la materia comun no tiene (hablando generalmente) mas de la que puede contener ; pues de lo contrario todas sus partes separadas se repelerian una á otra, como lo hacen siempre que tienen atmósferas eléctricas.

Suponiendo, continúa *Francklin*, una porcion de materia comun del todo desprendida de materia eléctrica, y acercándole una sola partícula de esta última, será atraida, entrará en el cuerpo, y se colocará en el centro ó en el lugar en que la atraccion es igual por todas partes. Quando entra un número mayor de partículas eléctricas, se colocan en el lugar en que es igual el equilibrio entre la atraccion de la materia comun y su propia repulsion mutua. Supónese que forman triángulos, cuyos lados se acortan á proporcion que es mayor su número, hasta que la materia comun haya atraido tantas, que todo su poder de comprimir los triángulos por la atraccion sea igual á todo su poder de extenderse ellas mismas por la repulsion : y entonces esta porcion de materia ya no recibirá á mayor número de ellas.

Quando una parte de esta cantidad natural de flui-

do

do eléctrico es arrojada de una porcion de materia comun, se supone que los triángulos formados por el resto se alargan por la repulsion mutua de las partes, hasta que ocupan enteramente esta porcion.

Quando la cantidad de fluido eléctrico, que se quitó á una porcion de materia comun, se le ha restituido, entra en ella, volviéndose á comprimir de nuevo los triángulos, hasta que haya lugar para toda ella.

La forma de la atmósfera eléctrica es la del cuerpo al que rodea, y puede verse en un ayre limpio, excitando un humo de resina seca que se vierta en una cucharita de tomar café baxo del cuerpo electrizado; cuyo humo será atraido, y se extenderá por sí mismo con igualdad sobre todos los lados, cubriendo y ocultando al cuerpo. Toma esta forma porque es atraido por todas partes de la superficie del cuerpo, aunque no pueda entrar en su substancia por estar ya llena: sin esta atraccion no quedaria al rededor del cuerpo, sino que se disiparia en el ayre.

La atmósfera de las partículas eléctricas que rodean á una esfera electrizada no está mas dispuesta á abandonarla, ni es atraida mas fácilmente de un lado que de otro, sino que es atraida con igualdad por todas partes: pero esto no puede aplicarse á los cuerpos de otra figura. En un cubo se extrae mas fácilmente desde los ángulos que desde las superficies planas, y así desde los ángulos de un cuerpo de qualquiera otra figura, y siempre mas fácilmente desde el ángulo mas agudo: luego si un cuerpo figurado, como *ABCDE* (*fig. 15*), es electrizado, ó tiene una atmósfera que le sea comunicada; y si consideramos á cada lado como una base en que descansan las partículas eléctricas, y por la que son atraidas; es fácil ver, suponiendo una línea de *A* á *F*, y otra de *E* á *G*, que la porcion de atmósfera contenida dentro de *FAEG* tiene por base la línea *AE*: del mismo modo, la porcion de atmósfera contenida dentro de *HABI* tie-

tiene por base la línea *AB*: igualmente la porcion contenida dentro de *KBCL* tiene por apoyo *BC*; sucediendo lo mismo del otro lado de la figura. Ahora, pues, si se saca esta atmósfera con algun cuerpo liso y embotado, y se le acerca al medio del lado *AB*, es preciso arrimarse mucho antes que la fuerza del atractor exceda á la fuerza ó potencia con que este lado mantiene su atmósfera. Pero hay una porcioncita entre *IBK*, que tiene menos superficie en que apoyarse y ser atraida, que las porciones inmediatas; al paso que ademas hay una repulsion mutua entre sus partículas, y las partículas de estas porciones: luego puede conseguirse sacarla con mayor facilidad y aun á mayor distancia. Entre *FAH* hay una porcion mayor, que tambien tiene una superficie menor en que apoyarse y ser atraida; por cuya razon se la puede siempre quitar mas fácilmente: pero entre *LCM* es muchísimo mas fácil, pues allí la cantidad es mucho mas abundante, y menor la superficie para atraerla y retenerla. Despues de quitada una de estas porciones angulares del fluido, otra ocupa su lugar por un efecto de su fluidez natural, y de la repulsion mutua de que hemos hablado poco antes: y así la atmósfera sigue fluyendo hácia este ángulo, como una corriente hasta que ya se ha agotado. Las extremidades de estas porciones de atmósfera sobre estas partes angulares tambien se hallan á mayor distancia del cuerpo electrizado, como puede verse observando la figura, hallándose la punta de la atmósfera del ángulo *C* mucho mas lejos de *C* que ninguna otra parte de la atmósfera sobre las líneas *CB* ó *AB*: y ademas de la distancia que resulta de la naturaleza de la figura, en donde es menor la atraccion, las partículas deben extenderse naturalmente á mayor distancia por su mutua repulsion.

Sentados estos principios fundamentales, suponemos que los cuerpos electrizados descargan su atmósfera en los cuerpos no electrizados con mayor facilidad, y á mayor

yor distancia de sus ángulos y de sus puntas que de sus lados unidos. Las puntas la descargan tambien en el ayre quando el cuerpo tiene una atmósfera eléctrica demasiado grande, sin que sea necesario arrimar cuerpo alguno no eléctrico para recibir lo que es arrojado; pues el ayre, aunque eléctrico desde su orígen, contiene siempre mas ó menos agua, ú otras materias no eléctricas, las que atraen y reciben lo que se descarga como se ha dicho.

Pero las puntas tienen la propiedad de sacar como de repeler el fluido eléctrico á mayores distancias de lo que pueden hacerlo los cuerpos embotados; esto es, que como la parte puntiaguda de un cuerpo electrizado descargará la atmósfera de este cuerpo, ó la comunicará mas lejos á otro cuerpo; del mismo modo la punta de un cuerpo no electrizado sacará la atmósfera eléctrica de un cuerpo electrizado desde mucho mayor distancia de lo que podria verificarlo una parte mas embotada del mismo cuerpo no electrizado. Y así un alfiler que se tiene por la cabeza, y con la punta presentada á un cuerpo electrizado, sacará su atmósfera á un pie de distancia; pero si se presentase la cabeza en lugar de la punta, no resultaria el mismo efecto. (*He aquí un hecho que parece bastante opuesto al primero: pues toque, segun el raciocinio que acaba de hacer* Francklin, *la punta de un cuerpo electrizado tiene menos fuerza para atraer y retener su atmósfera, de la que tiene uno de los lados de la superficie de este mismo cuerpo, ¿cómo puede suceder que la punta de un cuerpo no electrizado tenga mas fuerza de la que tiene uno de los lados de su superficie, para atraer y llevarse la atmósfera de un cuerpo electrizado? El mismo* Francklin *da de este fenómeno la razon siguiente:*)

Para comprehender esto, podemos considerar, que si una persona de pies en el suelo sacase la atmósfera eléctrica de un cuerpo electrizado, una pinza de hierro, y una aguja de hacer media, embotada, que se mo-

viesen alternativamente en la mano, y se presentasen con esta intencion, no la atraerian con fuerzas diferentes, á proporcion de sus diferentes masas; porque el hombre y lo que tiene en la mano, sea grande, sea pequeño, estan unidos con la masa comun de la materia no electrizada; y la fuerza con que saca, es la misma en ambos casos; pues consiste en la diferente proporcion de *Electricidad* en el cuerpo electrizado y en esta masa comun. (*Este raciocinio probaria contra lo que intenta* Francklin, *que un hombre que presenta una punta á un cuerpo electrizado, no debe sacar su atmósfera con mayor fuerza que con un cuerpo embotado; porque segun lo observa el mismo* Francklin, el hombre y la punta estan unidos con la masa comun de la materia no electrizada: *luego esto deberia producir el mismo efecto que con la pinza ó aguja embotada.*) Pero, sigue *Francklin*, la fuerza con que el cuerpo electrizado retiene á su atmósfera atrayéndola, es proporcionada á la superficie sobre la que estan colocadas las partículas. Por exemplo, quatro pies quadrados de esta misma superficie retienen á su atmósfera con quatro veces tanta fuerza quanta emplea un pie quadrado para retener la suya: y como arrancando las crines de la cola de un caballo, un grado de fuerza insuficiente para arrancar un puñado de ellas bastaria para despojarla crin á crin; del mismo modo un cuerpo embotado que se presentase no podria sacar muchas porciones á la vez, mas un cuerpo puntiagudo, sin emplear mayor fuerza, las quita fácilmente parte por parte. (*Esta comparacion no sirve de nada; pues para que valiese algo, seria preciso que la punta presentada al cuerpo electrizado solo produxese su efecto poco á poco, parte por parte; pero el efecto de la punta es muy pronto; en el instante que se la presenta al cuerpo electrizado cesan ó se disminuyen considerablemente todas las señales de Electricidad; é inmediatamente que se la vuelve á sacar, en el momento aparecen de nuevo todas estas se-*

ña-

males con tanta energía como antes: luego esta explicacion que se da de este fenómeno singular, no es suficiente; ademas de que el mismo Francklin *no la mira como perentoria, segun puede verse por lo que sigue.*)

Estas explicaciones del poder y de la operacion de las puntas (dice tambien *Francklin*) quando se me presentáron por la primera vez, y mientras bullian en mi cabeza, me pareció que satisfacian á todas las dificultades; mas desde que las he puesto por escrito, y las he sujetado á un exâmen mas severo y maduro, confieso de buena fe, que me queda alguna duda sobre el particular. Pero como no puedo por ahora substituir en su lugar cosa mejor, no las desecho enteramente, porque una mala solucion que se lee, y cuyos defectos se descubren, suele contribuir á que el lector ingenioso halle otra mejor. (*Mucho temo que llegue á hallarse en mucho tiempo.*)

He aquí como se electriza la botella de Leyden (*véase esta palabra*), segun *Francklin*. El cuerpo no eléctrico contenido en la botella, despues de electrizado, se diferencia del cuerpo no eléctrico electrizado fuera de ella, en que el fuego eléctrico del último se acumula en su *superficie*, formando al rededor una atmósfera eléctrica de considerable extension; al paso que el fuego eléctrico queda comprimido en la substancia del primero al que ciñe el vidrio por todas partes. (*¿Cómo podrá* Francklin *conciliar esta compresion con su segundo principio fundamental? Supuesto que las partículas de la materia eléctrica se repelen mutuamente, ¿quál es la fuerza que las comprime? No lo dice, y solo añade por nota*: Hemos descubierto despues que el fuego de la botella no se contiene en el cuerpo no eléctrico, y sí en el vidrio. *Esto es no responder á nuestra pregunta: mas el fuego eléctrico quizá se contiene en uno y otro.*)

Tambien previene *Francklin*, que lo que se ha dicho de la parte *superior* é inferior de la botella, debe enten-

tenderse de sus *superficies interior y exterior* ; y así lo expresarémos.

Al mismo tiempo, añade *Francklin*, que el hilo de arambre y la superficie interior de la botella &c. se electrizan *positivamente ó mas*, la superficie exterior se electriza *negativamente ó menos* en una proporcion exâcta: es decir, que qualquiera que sea la cantidad de fuego eléctrico que pasa al interior, igual cantidad sale del exterior. Para comprehender esto bién, supóngase que la cantidad comun de *Electricidad* en cada superficie de la botella, sea, antes de comenzar la operacion, igual á 20 : supóngase tambien que á cada golpe del tubo ó á cada vuelta del globo entre en él una cantidad igual á 1; entonces despues del primer golpe, la cantidad contenida en el arambre, y en el interior de la botella, será 21; en el exterior solo será de 19; despues del segundo golpe, la superficie interior tendrá 22, y la exterior 18: y así despues del vigésimo golpe, la parte interior tendrá una cantidad de fuego eléctrico igual á 40; la de la parte exterior será igual á 0: y aquí acaba la operacion; porque no se puede impeler mayor cantidad en la parte interior, quando ya no se puede sacar de la superficie exterior : si se intenta introducir mas, es repelido por el arambre, ó rompe la botella con notable estallido.

El equilibrio no puede restablecerse en la botella por la comunicacion *íntima*, ó el contacto de las partes, y sí solo formando una comunicacion fuera de la botella entre el interior y exterior, por medio de algun cuerpo conductor que los toque á ambos, ya al mismo tiempo, en cuyo caso se restablece el equilibrio con una violencia y rapidez indecibles; ya alternativamente; y entonces se restablece por grados. (*Parece que esta comunicacion entre las superficies interior y exterior de la botella, no es absolutamente esencial; pues la experiencia surte efecto, aunque débil, valiéndose de una botella sellada herméticamente; la que, si, como lo pretende Francklin,*

sklin; el vidrio es impermeable á la materia eléctrica, solo puede cargarse y descargarse por la superficie exterior.)

No pudiéndose introducir en la botella ningun fuego eléctrico quando está agotado todo el de afuera, del mismo modo en una botella todavía no electrizada no se le puede introducir, quando no puede salir ninguno de afuera; lo qual sucede ó quando el fondo es demasiado grueso, ó quando la botella está colocada sobre un cuerpo eléctrico desde su orígen. Y recíprocamente quando la botella está electrizada, solo puede sacarse de su interior una cantidad bastante corta de fuego eléctrico, tocando al hilo de arambre, á no ser que igual cantidad pueda al mismo tiempo pasar al exterior. Así es que si se coloca una botella electrizada sobre un vidrio limpio ó cera dura, por mas que se toque el hilo de arambre, no se podrá sacar chispa alguna; pero si se la coloca sobre un cuerpo no eléctrico, tocando al arambre, saldrá el fuego muy en breve; y todavía saldrá mas pronto, formando una comunicacion directa, como se ha dicho mas arriba: tan asombrosamente se combinan y equilibran en esta milagrosa botella estos dos estados de electricidad, el *mas* y el *menos*.

El sacudimiento de los nervios ó, mas bien, la convulsion, es efecto del tránsito repentino del fuego por entre el cuerpo que le transmite desde dentro afuera de la botella: el fuego toma el camino mas corto....Quando se toca al hilo de arambre, el fuego no pasa desde el dedo al hilo, como se supone, y sí desde este á aquel; desde donde atravesando al cuerpo, pasa á la otra mano, y de este modo hasta el exterior de la botella.

Rodéese una botella con una faxa de plomo muy igual ó de papel á alguna distancia sobre el fondo; hágase que de esta faxa circular suba un hilo de arambre hasta que toque al otro hilo de arambre del tapon; y no será posible electrizar una botella dispuesta de este

mo-

modo en que jamas se destruye el equilibrio; porque mientras se continúa la comunicacion entre las superficies interior y exterior de la botella por el hilo de arambre de afuera, el fuego no hace mas que circular; y lo que sale de la superficie exterior se reemplaza constantemente por lo que viene de la superficie interior.

Colóquese un hombre sobre una torta ó pan de cera, y déle otro á tocar el hilo de arambre de una botella electrizada que tenga este último en la mano, quedando de pies en el suelo: cada vez que le toque será electrizado *mas y mas*; y qualquiera que se halle en el suelo podrá sacarle una chispa. El fuego, en este experimento, pasa desde el hilo de arambre á su cuerpo, y al mismo tiempo desde la mano á la parte exterior de la botella.

Hágasele tener la botella electrizada, y tóquese al hilo de arambre: cada vez que se le toque se electrizará con menos fuerza, y podrá sacar una chispa de cada uno de los que esten presentes. Aquí el fuego pasa desde el hilo de arambre al que le toca, y desde dicho hilo á la parte exterior de la botella. (*Muy agradable seria tener un medio seguro de ver la direccion de estos fuegos.*)

La botella se electrizará con igual fuerza si está sostenida por el gancho, y la superficie exterior aplicada al globo ó al tubo; que si se la tiene por la superficie exterior, y se le aplica el gancho.

Pero siendo diferente, al cargarse, la direccion del fuego eléctrico, lo será tambien en la explosion: la botella cargada por medio del *gancho*, se descargará por el *gancho*: la botella cargada por el *vientre*, se descargará por el *vientre*; y nunca de otro modo: pues el fuego ha de salir por el mismo conducto que entró.

En prueba de esto, tómense otras dos botellas que esten *igualmente* cargadas por los *ganchos*, una en cada mano: arrímense los *ganchos* uno á otro, y no resultará ni chispa ni choque; porque cada gancho está dis-

pues-

puesto á dar fuego, y no á recibirlo. Colóquese una de las botellas sobre el vidrio; levántesela con el gancho; aplíquese su *vientre* al *gancho* de la otra, y habrá explosion y choque; con lo que se descargarán las dos botellas.

Varíese el experimento cargando dos botellas *igualmente*, una por el *gancho*, y otra por el *vientre*: téngase por el *vientre* la que se cargó por el *gancho*; y téngase tambien por el *gancho* la cargada por el *vientre*: aplíquese el *gancho* de la primera al vientre de la segunda, y ni habrá choque, ni chispa. Colóquese sobre el vidrio á la que se tiene por el *gancho*; tómesela por el *vientre*; preséntense los dos ganchos uno á otro, y se verificará chispa y choque, descargándose las dos botellas.

Nos valemos de las voces *cargar* y *descargar* las botellas para conformarnos con la costumbre, y porque nos faltan términos mas propios, pues estamos persuadidos de que en realidad no hay mas fuego eléctrico en la botella despues de *cargada*, ni menos despues de *descargada* del que habia antes (*claro está que esto no pasa de conjetura*), exceptuando solo la chispita que se puede dar ó quitar á la materia no eléctrica, si está separada de la botella; chispita que no puede equivaler á la quinquagésima parte de la que hace la explosion.

Síguese de aquí que la botella no aguantará lo que se llama una carga, á no poder salir de ella tanto fuego por una via como entra por otra. Una botella colocada sobre cera ó vidrio, ó bien suspendida del primer conductor de *Electricidad*, no puede cargarse, á no establecerse comunicacion entre su superficie exterior y el suelo, para que sirva de descarga.

Quando una botella se ha cargado por el conducto ordinario, sus superficies interior y exterior estan prontas, la una á dar el fuego por el gancho, y la otra á recibirlo por el vientre; la una está llena y dispuesta á impeler; la otra esta vacía y sumamente sedienta; y sin em-

bargo, como la primera no arrojará sin que la otra pueda recibir al mismo instante; del mismo modo la última no recibirá sin que la primera pueda dar en el instante. Quando uno y otro puede hacerse á un tiempo, se verifica con indecible velocidad y violencia.

El vidrio igualmente tiene siempre en su substancia la misma cantidad de fuego eléctrico; y muy grande con respecto á la masa del vidrio. Proporcionada esta cantidad al vidrio, la retiene con fuerza y obstinacion; y no tendrá mas ni menos, qualquiera que sea la alteracion que experimente en sus partes y situacion; es decir, que del uno de sus lados podemos sacar una parte, con tal que restituyamos al otro igual cantidad.

Sin embargo, quando la situacion del fuego eléctrico se ha desequilibrado de este modo en el vidrio; quando se ha quitado alguna parte del uno de sus lados, y se ha añadido alguna parte al otro, no queda en reposo, ó en su estado natural hasta haberse restituido á su uniformidad primitiva..... cuyo restablecimiento no puede hacerse por entre la substancia del vidrio; y sí por una comunicacion de un cuerpo no eléctrico formada afuera, de superficie á superficie.

Luego la fuerza total de la botella, y el poder dar un choque, reside en el vidrio mismo; los cuerpos no eléctricos en contacto con las dos superficies, solo sirven para dar y recibir de las diferentes partes del vidrio, esto es, para dar á una superficie, y recibir de la otra.

Por la palabra *superficie* en el caso presente no entiendo simplemente longitud y latitud sin espesor; sino que quando hablo de la superficie superior ó inferior de un pedazo de vidrio, de la superficie exterior ó interior de la botella, entiendo longitud, latitud y mitad de espesor.

La diferencia entre los cuerpos no eléctricos y el vidrio, que es un cuerpo de orígen eléctrico, consiste en las dos particularidades siguientes: 1.ª que el cuerpo no eléc-

eléctrico aguanta sin dificultad una alteracion en la cantidad del fluido eléctrico que contiene: puede disminuirse su cantidad total arrojando una parte de ella, que volverá á tomar todo el cuerpo; pero en quanto al vidrio, lo mas que puede hacerse es disminuir la cantidad contenida en una de sus superficies; y aun esto no se conseguirá sino suministrando al mismo tiempo una cantidad igual á la otra superficie; de suerte que todo el vidrio pueda tener la misma cantidad en las dos superficies, uniéndose las dos cantidades diferentes; lo que solo puede executarse en un vidrio muy delgado.

La segunda particularidad es, que el fluido eléctrico pasa fácilmente de un lugar á otro dentro de la substancia de un cuerpo no eléctrico y por entre ella; mas no sucede así con la substancia del vidrio. Si se presenta una cantidad de dicho fluido á la extremidad de una varita larga de metal, esta la recibe; y quando entra en ella, cada partícula que antes se hallaba en la varita, impele con viveza á la que le está inmediata hácia la extremidad mas distante en donde lo demas se ha descargado; lo qual sucede en un instante, quando la varita forma parte del círculo en el experimento del choque. Mas el vidrio, á causa de la pequeñez de sus poros ó de la atraccion mas fuerte de lo que contiene, no se presta á un movimiento tan libre. Una varita de vidrio no conducirá un choque, y el vidrio mas delgado no permitirá entre partícula alguna en ninguna de sus superficies para atravesar de una á otra.

Colocada una persona sobre un pan de cera ó resina, y frotando al tubo; puesta otra persona igualmente sobre otro pan de cera, y sacando el fuego; estas dos personas parecerán electrizadas á otra tercera que esté en el suelo, con tal que no se hallen tan inmediatas que se toquen; es decir, esta tercera persona advertirá una chispa, arrimando el dedo á cada una de las dos primeras.

Pero si las que estan encima de la cera se tocan una á otra, mientras se frota el tubo, ninguna de las dos pare-

cerá electrizada. (*Ambas han de parecer electrizadas* en menos.)

Tocándose una á otra despues de excitado el tubo, y sacado el fuego, como antes, habrá entre ellas una chispa múcho mayor de lo que lo era la una de ellas, y la persona que está en el suelo.

Verificada esta chispa fuerte, ya no se descubre, ni en una ni en otra, señal alguna de *Electricidad.*

He aquí cómo procura *Francklin* explicar estos fenómenos.

Suponemos, como ya lo hemos hecho pág. 87, que el fuego eléctrico es un elemento comun, y que en cada una de dichas tres personas hay una porcion igual antes de comenzar la operacion con el tubo: *A*, que está sobre un pan de cera, y que frota al tubo, reune, desde su cuerpo, en el vidrio el fuego eléctrico (*luego el vidrio puede adquirirlo en mayor cantidad de la que le es natural, contra lo que dixo Francklin pág. 98*); é interceptada, por la cera, su comunicacion con el depósito comun, su cuerpo no recupera desde luego la porcion que le falta: *B*, que igualmente se halla sobre la cera, acercando su dedo al tubo, recibe el fuego que el vidrio habia sacado de *A*; y siendo tambien interrumpida su comunicacion con el depósito comun, conserva ademas la cantidad que se le ha comunicado. *A* y *B* parecen electrizados á *C*, que está en el suelo; porque teniendo este únicamente la cantidad media de fuego eléctrico, recibe una chispa al acercarse á *B*, que tiene *de mas*; y comunica una parte á *A*, que tiene *menos*.

Si *A* y *B* se acercan hasta tocarse uno á otro, la chispa será mas fuerte, porque la diferencia entre ellos es mayor. Despues de este contacto ya no se verifica chispa entre el uno de los dos y *C*, porque el fuego eléctrico se reduce en los tres á la uniformidad primitiva; y si se tocan mientras se electriza, no se destruye la igualdad, pues el fuego no hace mas que circular.

Con

Con este motivo nos ha sido preciso admitir algunas voces nuevas. Decimos que *B* (y los cuerpos en iguales circunstancias) es electrizado *positivamente*, y *A negativamente*; ó mas bien, que *B* es electrizado *mas*, y que *A* lo es *menos*; electrizando nosotros todos los dias en nuestros experimentos los cuerpos en *mas* y en *menos*, segun lo juzgamos conveniente...... Para electrizar en *mas* ó en *menos*, solo debe saberse que las partes del tubo ó del globo, que son frotadas, atraen en el instante del rozamiento al fuego eléctrico, y por consiguiente le quitan á la cosa frotante. Inmediatamente que cesa el rozamiento, se disponen las mismas partes á dar el fuego que han recibido, á qualquiera cuerpo que no tiene tanto; con lo que se le puede hacer circular, como lo enseñó *Watson*; tambien se le puede acumular en un cuerpo, ó sacárselo, uniendo á este cuerpo con el que frota, ó con el que recibe, interrumpiéndose la comunicacion con el depósito comun.

Suspendí (escribe *Kinnersley* á *Francklin*) con un hilo de seda una bolita de corcho poco mas ó menos como un guisante; presentéle ámbar frotado, lacre y azufre; y fué repelida con fuerza por cada uno de estos cuerpos: ensayé despues vidrio y porcelana frotados, y hallé que cada uno la atraia hasta que se volvió á electrizar; y que entonces era repelida como la primera vez: al paso que esta bola era repelida así por el vidrio ó la porcelana frotados, era atraida por uno de los otros tres cuerpos tambien frotados. (*Este resultado no se verifica siempre; aseguro haber hecho este experimento mas de 200 veces, y que hallé el resultado ya conforme, ya opuesto á lo que dice* Kinnersley.) Electricé entonces la bola con el hilo de arambre de una botella cargada, y la presenté vidrio frotado (*el tapon del frasco*), y una taza de porcelana, la que fué repelida con tanta fuerza como por el hilo de arambre. Mas quando le presenté uno de los demas cuerpos eléctricos frotados, fué atraida fuertemente; y habiéndo-

dola electrizado por uno de ellos hasta que la repelió, fué atraida por el hilo de la botella; pero repelida por su forro exterior.

Estos experimentos me sorprehendiéron, y me incliná-ron á inferir de ellos las paradoxas siguientes.

1.º Si se coloca un globo de vidrio en uno de los extremos del primer conductor, y otro globo de azufre en el otro extremo; hallándose los dos globos igualmente en buen estado y en un movimiento igual, no se podrá sacar chispa alguna del conductor: mas uno de los globos sacará del conductor tan pronto como el otro le provea. (*El movimiento igual que aquí se pide hará que jamas se convengan los sabios acerca de este hecho: porque si no se verifica, como se publica, siempre podrá decirse*: el movimiento no era igual; *no siendo fácil igualarlo segun se quiera, porque la Electricidad del vidrio tiene mas energía que la del azufre; y he aquí probablemente la única diferencia que hay entre estas dos Electricidades.*)

2.º Si se suspende una botella del conductor con una cadena desde su cubierta á la mesa, empleando solo un globo de una vez, veinte vueltas de rueda, por exemplo, la cargarán; despues de lo qual otras tantas vueltas de la otra rueda la descargarán; é igual número la volverán á cargar.

3.º Estando ambos globos en movimiento, teniendo cada uno un conductor particular, con una botella suspendida del uno de ellos, y la cadena de esta atada al otro, la botella se cargará, cargando el uno de los globos positiva y el otro negativamente.

4.º Cargada la botella de este modo, suspéndasela de la misma manera del otro conductor: háganse circular las dos ruedas, y el mismo número de vueltas que cargáron la botella, la descargarán; é igual número la volverán á cargar.

5.º Quando cada globo comunica con el mismo primer conductor del que cuelga una cadena que llega hasta

ta

tá sobre la mesa, el uno de estos globos (pero no puedo decir qual), quando estan en movimiento, sacará el fuego por entre su almohadilla, y lo descargará por la cadena; el otro lo sacará por entre la cadena, y lo descargará por entre su almohada.

Estos son los experimentos cuyo por menor envió *Kinnersley* á *Francklin*, ofreciéndole su globo de azufre para repetirlos; aceptóle este último; é inmediatamente le escribió lo que sigue.

Por ahora sospecho que las diferentes atracciones y repulsiones que vm. ha observado, provenian mas bien de la mayor ó menor cantidad del fuego que vm. sacaba de los diferentes cuerpos, que de ser este fuego de diferente especie, y de tener una direccion diferente. (*Esto es muy conforme con lo que dixe arriba; á saber, que la diferencia entre el vidrio y el azufre solo consiste en los diferentes grados de energía de la virtud de estos dos cuerpos.*)

Habiendo, pues, repetido *Francklin* los experimentos de *Kinnersley*, observó que estando el globo de vidrio en una extremidad del conductor, y el de azufre en la otra, moviéndose los dos globos, no se podia sacar una sola chispa del conductor, á no circular el uno de ellos con mas lentitud, ó á no estar en tan buen estado como el otro; y aun entonces la chispa solo era proporcionada á esta diferencia; de suerte que si se vuelve á hacer que los globos giren con igualdad, ó que el que mejor obraba circule con mas lentitud, no podrá el conductor suministrar ninguna chispa. (*Luego ya no se exíge un movimiento igual, y sí un movimiento proporcionado á la energía de la virtud eléctrica de los globos: nueva dificultad que impide que los sabios se convengan sobre este hecho.*)

Tambien observé, añade *Francklin*, que el hilo de arambre de una botella cargada por el globo de vidrio atraia á una bola de corcho que habia tocado al hilo de arambre de otra botella cargada por el azufre, y recíprocamente; de suerte que el corcho seguia jugando entre las

dos

dos botellas, del mismo modo que si la una de ellas se hubiese cargado por el gancho, y la otra por el vientre con solo el globo de vidrio: ambas botellas cargadas, la una por el globo de azufre, y la otra por el de vidrio, se descargarán acercando sus hilos de arambre, y darán el golpe á la persona que los tiene.

Atendidos estos experimentos, puede asegurarse, que el segundo, tercero y quarto de *Kinnersley*, saldrán perfectamente, sin embargo de que no los he repetido. Creo, dice *Francklin*, que el globo de vidrio carga positivamente, y el de azufre negativamente; he aquí en que me fundo.

1º. Aunque parece que el globo de azufre obra tan bien como el de vidrio, sin embargo jamas podrá verificarse una chispa tan fuerte, y á una distancia tan grande entre mi dedo y el conductor, quando se emplea el globo de azufre, que quando se hace uso del de vidrio. Supongo que esto sucede así, porque los cuerpos de cierta magnitud no pueden separarse de la cantidad del fluido eléctrico que tienen y conservan en su substancia despues de haberla atraido, con tanta facilidad como pueden recibir otra cantidad adicional sobre sus superficies, en forma de atmósfera. Síguese de aquí que no se puede sacar tanto del conductor como se le puede introducir. (*No veo la razon de esta imposibilidad*).

2º. Observo que el caño ó penacho de fuego que aparece en la extremidad del hilo de arambre atado al conductor, es largo, ancho y muy divergente, quando se emplea el globo de vidrio; y que estalla. Mas quando se hace uso del globo de azufre, el penacho es corto, pequeño, y solo silba. (*A este último fuego se ha dado el nombre de* punto luminoso.) (*Véase* PUNTO LUMINOSO.) Lo contrario á uno y otro sucede, quando se tiene en la mano el mismo hilo de arambre, y trabajan los dos globos alternativamente: el penacho es largo, ancho, divergente, y rechina, quando gira el globo de azufre: corto, pequeño,

y silba, quando lo executa el de vidrio. Siempre que el penacho es largo, ancho, y muy divergente, me parece que despide fuego el cuerpo de que parte: y siempre que se verifica lo contrario, parece que este cuerpo le absorbe. (*Todas estas observaciones se reducen á hallar mas energía en el vidrio, que en el azufre.*)

3º Observo que quando presenté mi dedo delante del globo de azufre, estando en movimiento, el penacho de fuego entre mi dedo y el globo, parece que se derramaba sobre su superficie, como si saliera del dedo: lo contrario sucede con el globo de vidrio. (Francklin *dice, sin embargo, en la 6ª Carta haber descubierto y demostrado la afluencia del fuego eléctrico al globo, como tambien su efluencia.*)

4º El vientecillo fresco (ó lo que así se llama) que acostumbramos sentir como que sale de una punta electrizada, es mucho mas notable quando se emplea el globo de vidrio, que quando el de azufre: mas esto no pasa de ideas aventuradas. (*Obsérvese que* Francklin *conviene en que una punta electrizada por el azufre, hace se sienta dicho viento fresco, aunque no tan fuerte.*)

5º Por lo que hace al quinto experimento, puede igualmente ser cierto, dice *Francklin*, trabajando los globos alternativamente; mas si lo hacen al mismo tiempo, el fuego ni subirá ni baxará por la cadena; porque un globo absorberá el fuego con tanta prontitud como lo produzca el otro.

Tales son los verdaderos elementos de la teoría de *Francklin* acerca de la *Electricidad*, los que prueban que su Autor es un excelente observador; pues quanto dice es muy exâcto, sin embargo de que le falta alguna cosa, porque algunas de sus explicaciones son insuficientes, y no da razon de algunos fenómenos, por exemplo, las atracciones y repulsiones simultáneas, que pueden explicarse recurriendo á otras teorías. ¿Pero adónde está la teoría completa de esta Ciencia? No la conozco; queda todavia mucho que aprender.

TEORIA DE LA ELECTRICIDAD DE EPINO (a).

Toda esta teoría se funda en los dos principios siguientes, que, como diximos arriba pág. 86 y 87 sirven igualmente de base á la de *Francklin.*

1º *Las moléculas de la materia eléctrica se repelen unas á otras á distancias muy considerables.*

2º *Estas mismas moléculas pueden ser atraidas por todos los cuerpos conocidos.*

Luego todos los cuerpos se dexan penetrar por el fluido eléctrico; mas no todos con igual facilidad. Todos los cuerpos an-eléctricos le conceden paso libre, y por lo mismo se mueve con muchísima facilidad dentro de sus poros.

Pero los cuerpos *idio-eléctricos*, como el vidrio, el azufre, las resinas, el ayre seco &c. le permiten pasar por sus poros; bien que con mucha dificultad y lentitud.

Epino, hablando de las atracciones y repulsiones, no pretende que los cuerpos tengan la propiedad de obrar unos en otros *á distancia*; al contrario, mira como un axîoma indubitable esta proposicion: que *un cuerpo no puede obrar en donde no está*: luego las palabras *atraccion* y *repulsion* solo indican hechos que adopta por principios, sin averiguar su causa inmediata, y de los quales deduce la explicacion de los fenómenos. (*La teoría que da esta causa inmediata me parece preferible.*)

Cada cuerpo contiene cierta cantidad de fluido eléctrico, que se llama *su cantidad natural*, y *Epino* la cree proporcional á la masa. Mientras que este cuerpo conserva su cantidad natural, no da señal exterior de *Electricidad*: luego hay equilibrio entre la fuerza atractiva que exerce este cuerpo sobre su cantidad natural de fluido eléctrico, y la

(a) Se ha sacado de la *Exposicion de la teoría de la Electricidad de Epino*, por el Abate *Haüy*, de la Academia de las Ciencias, publicada en 1787.

la fuerza con que las moléculas de este fluido se repelen mutuamente.

Mas si por qualquiera medio se llega á aumentar ó disminuir esta *cantidad natural*, se interrumpe el equilibrio, y el cuerpo llega á ser susceptible de dar señales exteriores de *Electricidad*.

Dícese que un cuerpo *se electriza positivamente* quando tiene mayor cantidad de fluido eléctrico, que la natural; y *negativamente* quando tiene menos: tambien se emplean en iguales casos las voces *electrizado en mas*, y *electrizado en menos*. El vidrio que se frota adquiere una *Electricidad positiva* sobre la superficie frotada (*¿y de qué clase es la* Electricidad que *adquiere la otra superficie? Esto es fácil de decir: porque en un disco, por exemplo, ambas superficies se frotan*): el azufre y las resinas adquieren otra *negativa* por el mismo medio.

Epino divide los fenómenos eléctricos en dos clases: la primera comprehende á los en que el fluido pasa de un cuerpo á otro que no tiene tanta cantidad; en la segunda entran aquellos en que los mismos cuerpos tienen movimientos progresivos, por los que se acercan ó apartan unos de otros: despues expone las leyes que sigue la materia eléctrica en los fenómenos de la primera clase.

Supongamos, dice, á un cuerpo electrizado positivamente: trátase de determinar la accion del fluido sobre una molécula eléctrica situada cerca de la superficie del cuerpo. Mientras se hallaba este cuerpo en su estado natural, siendo la fuerza atractiva de su materia própia, con respecto á esta molécula, igual á la fuerza repulsiva que exercia su fluido en esta misma molécula; estas dos fuerzas se equilibraban; y la molécula quedaba inmóvil cerca de la superficie del cuerpo, sin ser atraida ni repelida. Pero, por el incremento que recibió el fluido encerrado en el cuerpo electrizado positivamente, se aumenta la fuerza repulsiva de este fluido; y venciendo entonces su accion á la de la fuerza atractiva, es repelida la molécula: hallándose en

 igual

igual caso las otras moléculas situadas cerca de la superficie del cuerpo, toda la capa formada por estas moléculas, será repelida, á no oponerse algun obstáculo; y considerando á todo el fluido encerrado en el cuerpo, como dividido en una multitud de capas concéntricas, será fácil ver que las situadas hácia la superficie del cuerpo, se apartarán sucesivamente del centro; de suerte que se verificará un continuo efluvio de materia eléctrica, hasta que el cuerpo ya no tenga mas que su cantidad natural de fluido.

Supongamos ahora otro cuerpo electrizado negativamente. En este caso como la fuerza repulsiva del fluido en una molécula situada cerca de la superficie del cuerpo, es inferior á la fuerza atractiva de la materia propia de este cuerpo con respecto á la misma molécula, la atraccion exerce en esta una parte de su accion; de donde se infiere que habrá una *afluencia* continua de materia eléctrica en el cuerpo, hasta que haya recuperado su cantidad natural.

Dos causas pueden oponerse á los efectos que acabamos de describir; una interna y otra externa: la primera se verificará si el cuerpo es uno de los que se llaman *idio-eléctricos*; porque no pudiéndose mover el fluido sino con mucha dificultad por entre esta especie de cuerpos, su efluencia en el primer caso, y su afluencia en el segundo se retardarán notoriamente.

La otra causa proviene de la naturaleza de los cuerpos circundantes, quando estos son igualmente idio-eléctricos, como un ayre muy seco. La resistencia que oponen estos cuerpos al movimiento de la materia eléctrica, producirá en las efluencias y afluencias, de que hemos hablado, un atraso semejante al que puede ocasionar la naturaleza misma del cuerpo electrizado: lo qual manifiesta con claridad, por qué, iguales por otra parte todas las cosas, la *Electricidad* de un cuerpo se mantiene mas tiempo quando este cuerpo, ó los que le rodean, son del número de los idio-eléctricos.

Has-

Hasta aquí hemos supuesto al fluido esparcido uniformemente en el cuerpo electrizado; pero sucede muchas veces que superabunda el fluido en una parte de este cuerpo, al paso que escasea en otra. (*Esta suposicion que hace aquí* Epino *está destituida de todo fundamento, y tambien se opone á sus principios; porque supuesto que las* moléculas del fluido se repelen, *¿quál es la fuerza que las condensa en una parte del cuerpo electrizado? Y supuesto tambien que* las moléculas pueden ser atraidas por todos los cuerpos, *¿por qué pierde la otra parte de este cuerpo electrizado su virtud atractiva? Muy dificil le seria á Epino responder á estas dos preguntas.*) Para simplificar desde luego este nuevo caso, supongamos un cuerpo *B C* (*fig.* 14) dividido en dos partes iguales, *A B*, *A C*, y tales, que el fluido de *A C* exceda á la cantidad natural, y que el de *A B* sea menor que la misma cantidad, pudiéndose variar segun se quiera la relacion de la cantidad adquirida por una parte á la cantidad perdida por la otra: busquemos la accion de este cuerpo en dos moléculas *E D*, colocadas hácia sus dos extremidades: atendido lo que se ha dicho pág. 107, la parte *A C* exercerá una fuerza repulsiva en las dos moléculas, al mismo tiempo que la parte *A B* obrará para atraerlas; pero por la desigualdad de las distancias en que se hallan las dos moléculas con respecto á qualquiera de las partes *A B*, *A C*, es claro que la molécula *E* será mas repelida por la parte *A C*, que la molécula *D*; y al contrario, que esta será mas atraida por la parte *A B*, que la molécula *E*. En esta suposicion pueden suceder diferentes casos.

Para comprehender mejor los efectos relativos á cada uno de estos casos, observemos desde luego que la repulsion de la parte *A C* sobre la molécula *E*, por exemplo, debe crecer á medida que la cantidad de fluido adicional, adquirida por *A C*, sea mayor. Por otra parte, la atraccion de *A B* en la misma molécula crecerá tambien á medida que sea mas considerable la cantidad substractiva de

flui-

fluido, perdida por $A\ B$: y como las cantidades de fluido de las dos partes se suponen variables, resulta que puede suceder, por exemplo, que la cantidad perdida por $A\ B$ sea tal, que el exceso de atraccion que de ello resulte con respecto á la molécula E, compense exâctamente la disminucion que experimenta, por su gran distancia, esta misma atraccion, comparada con la repulsion de $A\ C$ sobre la misma molécula. En este caso, la molécula E quedará inmóvil.

Al contrario, si la cantidad de fluido perdida por $A\ B$ no basta para compensar el efecto de la distancia, la repulsion de $A\ C$ prevalecerá sobre la atraccion de $A\ B$; y la molécula E se apartará del cuerpo A.

En fin, si la cantidad substractiva del fluido de $A\ B$ compensa con exceso el efecto de la distancia, es fácil ver que la molécula E se dirigirá hácia el cuerpo A.

La molécula D, por su lado, padecerá diferentes estados en estos varios casos. Si la molécula E, por exemplo, queda inmóvil, la molécula D tendrá un movimiento progresivo hácia el cuerpo A, pues se halla mas inmediata á la parte $A\ B$, cuya fuerza atractiva, en este caso, excede á la fuerza repulsiva de $A\ C$, como acabamos de ver: si la molécula E tiende hácia el cuerpo A, la molécula D será atraida, con mayor razon, por el mismo cuerpo.

En general, segun los diferentes grados relativos de las fuerzas exercidas por las dos partes del cuerpo A, podrá suceder que el fluido sea atraido y repelido á un tiempo por los dos lados, ó que sea atraido por un lado, mientras sea repelido por el otro, y recíprocamente; ó en fin, que quede inmóvil de un lado, al paso que del otro sea atraido ó repelido. (*He aquí bastantes casos, que pretende* Epino *explicar con su teoría; pero no explica el mas comun y constante de todos, que es este:* todo cuerpo electrizado al que se presentan varios cuerpos leves, atrae á unos en el instante que repele á otros por el mismo lado de su

su-

superficie. (*Este hecho nunca dexa de suceder, y no ha podido explicarse por teoría alguna, exceptuando la de Nollet.*)

Colocarémos aquí, como *Epino*, un resultado que nos será útil despues. Si se supusiera que el exceso de fluido de *A C* se hallase precisamente igual á la falta de fluido de *A B*, entonces la molécula *D* tenderia necesariamente á penetrar dentro del cuerpo *A*, de donde seria repelida la molécula *E*. Para probarlo, supongamos que las dos partes *A C*, *A B* obran solas sucesivamente en la molécula *D* colocada á una distancia determinada: supongamos ademas que la fuerza repulsiva de la parte *A C* esté concentrada en un punto determinado: la fuerza atractiva de la parte *A B* podrá concebirse como concentrada en el punto correspondiente de esta última parte: porque sea qual fuere la ley que siga la repulsion de las moléculas eléctricas, en razon de la distancia, la atraccion de las moléculas própias del cuerpo electrizado debe seguir la misma ley, sin lo que no habria la debida compensacion entre esta atraccion y la repulsion de las moléculas del cuerpo, considerado en el estado natural, lo qual se opone á la experiencia. (*Véase pág. 106.*)

Síguese de aquí, que la atraccion exercida por *A B* en la molécula *D*, será igual, en la hipótesis actual, á la repulsion de *A C* sobre la misma molécula; supuesto que de un lado esta es repelida por *A C* en razon del exceso de fluido de esta misma parte, y que del otro, es atraida por *A B*, en razon de la porcion de la masa de *A B*, la que se equilibraba con la cantidad de fluido que se supone haber pasado dentro de la parte *A C*; luego, en el caso presente, en que la molécula *D* está mas cerca de *A B* que de *A C*, la atraccion prevalecerá sobre la repulsion; y la molécula *D* se verá precisada á entrar dentro del cuerpo *B C*. Claro está, que al mismo tiempo la accion del cuerpo *B C* en la molécula *E* debe ser repulsiva.

Interrumpido el equilibrio entre las fuerzas de las partes *A C*, *A B*, es claro que tenderá á restablecerse; de suer-

suerte que una porcion del fluido de *A C* pasará dentro de *A B* hasta que el cuerpo se haya restituido á su estado natural; lo qual se verificará con lentitud, si el cuerpo *A* es idio-eléctrico; pero siendo an-eléctrico, el fluido se uniformará en un instante.

Epino pasa despues á los fenómenos de la segunda clase; y averigua las leyes segun las que dos cuerpos eléctricos obran uno en otro. Sean, dice, *A*, *B* (*fig.* 15), estos dos cuerpos que desde luego se suponen en el estado natural: siendo toda accion recíproca, bastará considerar la del cuerpo *A* sobre el cuerpo *B*; pues hay quatro fuerzas que entran como elementos en esta accion.

1º La materia propia de *A* atrae al fluido de *B* (*pág.* 106.)

2º El fluido de *A* repele al de *B* (*pág.* 106.)

3º El fluido de *A* atrae á la materia propia de *B* (*pág.* 106.)

4º La materia propia de *A* exerce tambien en la materia propia de *B* una accion que se determinará mas abaxo (*pág.* 113.)

Claro está por lo dicho (*pág.* 106) que la atraccion de la materia propia de *A* sobre el fluido de *B* es igual á la fuerza repulsiva mutua de los dos fluidos; porque lo mismo sucede aquí con el cuerpo *B* respecto del cuerpo *A*, que con qualquiera parte de un solo cuerpo respecto de otra parte del mismo cuerpo: luego, equilibrándose las dos fuerzas de que se trata, su efecto es como nulo.

En segundo lugar, la primera fuerza es igual á la tercera, es decir, que quanto la materia propia de *A* atrae al fluido de *B*, otro tanto el fluido de *A* atrae á la materia propia de *B*: y para probarlo observemos que el esfuerzo que hacen los dos cuerpos, para dirigirse uno hácia otro, en virtud de la mutua atraccion de sus fluidos y de sus masas, debe estimarse aquí como la cantidad de movimiento en el caso de equilibrio, esto es, por el producto de las masas y de las velocidades. Esto su-

supuesto, quanto mas considerable es la materia propia, ó la masa de A, tanta mas velocidad tiene cada molécula del fluido de B para dirigirse hácia A: luego esta velocidad es proporcionada á la masa de A: luego la cantidad de movimiento del fluido de B, ó el producto de la velocidad de este fluido por su masa, es como la misma masa de A multiplicada por la masa del fluido de B. Tambien se verá que el esfuerzo con que la masa de B es atraida por el fluido de A, es como la masa de este fluido, que aquí determina la velocidad de B multiplicada por la masa de B. Sea M la masa de A; Q, su cantidad de fluido; m, la masa de B; q, su cantidad de fluido: las dos atracciones, ó las cantidades de movimiento serán como el producto de M por q es al producto de Q por m. Pero siendo las cantidades naturales de fluido proporcionales á las masas, se tendrá $M : m :: Q : q$. Y multiplicando uno por otro, los extremos y los medios, se hallará que el producto de M por q es igual al producto de Q por m; es decir, que las cantidades de movimiento, y por consiguiente la primera y la tercera de las fuerzas mencionadas arriba, son iguales entre sí.

Siendo la primera igual y contraria á la segunda, se sigue que el efecto de la tercera se equilibra necesariamente por una quarta, que tambien le es igual y contraria; pero para la quarta fuerza solo queda la que exerce la materia propia de A en la de B; de donde infiere *Epino*, 1º que las moléculas de la materia propia de los dos cuerpos A y B tienen una fuerza repulsiva mutua (*Esto se opone demasiado* á la tendencia mutua de las partes de la materia unas hácia otras, *que no dexa de admitir y mirar como real todo buen Físico. Así es que* Epino *confiesa la* repugnancia, *que tuvo desde luego en admitir esta fuerza repulsiva, que sin embargo admitió creyendo tener fundamento para ello. Aquí puede observarse con qué facilidad se prestan algunos á hacer suposiciones violentas,*

quando se empeñan en sostener un sistema que han formado) : 2º que esta fuerza es igual á qualquiera de las tres primeras fuerzas ; es decir, que hay igualdad entre las quatro fuerzas de que se trata.

Acabamos de ver, continúa *Epino*, que dos cuerpos *A* y *B*, en el estado natural, no tenian el uno en el otro ninguna accion sensible que pudiese atribuirse á la *Electricidad*. Supongamos que el fluido de *A* se aumente con una cierta cantidad, y volviendo á tomar las quatro fuerzas arriba mencionadas, á saber:

1º La atraccion de *A* sobre el fluido de *B*;

2º La repulsion mutua de los dos fluidos;

3º La atraccion del fluido de *A* sobre *B*;

4º La repulsion mutua de *A* y de *B*;

será fácil ver que el incremento del fluido de *A* no altera en modo alguno la primera y la quarta fuerzas ; pues la accion del fluido de *A* no entra como elemento en estas fuerzas : luego solo padecerán alteracion la segunda y la tercera fuerzas ; porque en el estado natural, la segunda fuerza es á la tercera como el producto de las masas de los dos fluidos es al producto del fluido de *A* por la masa de *B*. Pero siendo iguales estos dos productos ; si se aumenta con una misma cantidad su factor comun, que es la masa del fluido de *A*, es claro que siempre subsistirá la igualdad : luego en el caso en que se aumentase el fluido de *A*, la segunda fuerza se equilibraria con la tercera ; y como la primera es igual á la quarta, á cuyo efecto equilibra, se sigue que el cuerpo *A*, en la hipótesis actual, no tendrá mas accion en el cuerpo *B* que si se hallase en el estado natural.

Suponiendo, al contrario, que el fluido de *B* se disminuya cierta cantidad, se hallará que la segunda y la tercera fuerzas tambien son iguales, como en el caso anterior. (*Esto no debe ser así segun el mismo* Epino; *pues dice*, que si se quiere aumentar ó disminuir en un cuerpo su cantidad natural de fluido, se interrumpe el

equilibrio, y el cuerpo llega á poder dar señales exteriores de Electricidad; *es así que todos convienen unánimemente en que un cuerpo, en igual caso, tiene una accion en los cuerpos inmediatos; luego el cuerpo A debe tener una accion en el cuerpo B; lo contrario se deduce de la teoría de* Epino; *luego &c.*)

De aquí se sigue, dice *Epino*, que un cuerpo electrizado, ya positiva, ya negativamente no tiene accion alguna en un segundo cuerpo que se halla en su estado natural. No hay duda que un cuerpo electrizado positiva ó negativamente atrae siempre á otros cuerpos que se le presentan, y que no se ha intentado electrizar; lo qual parece contrario á la asercion de *Epino*: mas he aquí su respuesta. Todo esto se compone admitiendo que ningun cuerpo, en el estado natural, puede acercarse á otro cuerpo electrizado, sin que salga él mismo de su estado natural, y sin llegar á ser eléctrico; pues en virtud del nuevo estado de este cuerpo tiene el otro una accion sensible en él. (*¿Pero qué responderá Epino quando se le haga ver que un cuerpo que no puede volverse eléctrico con la aproximacion de un cuerpo electrizado, como el azufre, es atraido como los demas cuerpos? luego en este caso el cuerpo electrizado tiene una accion en otro cuerpo que se halla en su estado natural. Ademas, Epino conviene en este hecho, aunque contrario á la asercion anterior, como puede verse por lo que sigue.*)

Quando se acercan cuerpos leves, como hojitas de metal batido, á un cuerpo electrizado positivamente (*puede añadirse*, ó negativamente, porque lo mismo sucede en ambos casos), acontece con bastante freqüencia que unos son desde luego repelidos, al paso que otros son atraidos, para experimentar despues una repulsion en el punto de contacto. Para explicar esta diversidad de efectos (*que son las atracciones y repulsiones simultáneas*) dice lo siguiente: quando la *Electricidad* es algo

fuerte, siempre hay algunos chorritos de fluido eléctrico que se escapan por entre el ayre circundante, y que electrizan positivamente á algunos de los cuerpos leves inmediatos, principalmente los que terminan en punta, y que se sabe son muy propios por su figura para atraer á sí la materia eléctrica: luego estos cuerpos deben ser repelidos, antes de haberse podido dirigir hácia el cuerpo principal, al paso que este atrae á los demas cuerpos leves, que solo han conservado *su cantidad natural de Electricidad.* (*Luego éste cuerpo electrizado tiene, segun lo confiesa* Epino, *una accion en otros cuerpos que se hallan en su estado natural.*)

Epino es de parecer que los cuerpos electrizados no tienen atmósferas eléctricas. La electricidad, dice, tiene una esfera de actividad que se extiende al rededor de los cuerpos á cierta distancia; pero estos cuerpos no tienen propiamente atmósfera formada por un fluido eléctrico ambiente, á no entender por esta palabra el fluido aéreo que rodea á estos cuerpos, y que siempre está electrizado hasta un cierto punto, ya positiva, ya negativamente: pero este ayre no influye sensiblemente en los fenómenos eléctricos. (*Una teoría que no admite un hecho confesado por todos los Fisicos, y probado con tanta evidencia, no presenta una gran idea de su perfeccion. Por otra parte, si entre los cuerpos nada hay que pueda transmitir la accion del cuerpo electrizado á los cuerpos inmediatos, ¿cómo nos persuadirá Epino, que pueda verificarse esta accion, teniendo por axîoma indubitable que un cuerpo no puede obrar en donde no está?*)

Con las suposiciones antecedentes explica *Epino* por qué un cuerpo atrae ó repele á otros; por qué estos cuerpos son atraidos con mas ó menos fuerza en ciertos casos que en otros &c. Si fueran admisibles sus suposiciones, podrian pasar sus explicaciones, exceptuando siempre ciertas contradicciones: ya hemos visto algunas; y no es menester cansarse mucho para encontrar otras.

Epi-

Epino, despues de haber inferido por su teoría que dos cuerpos electrizados negativamente se repelen uno á otro, añade: supongamos dos cuerpos *C G* (*fig.* 16) electrizados positivamente, y que al paso que se apartan uno de otro, obre una causa exterior para acercar el cuerpo G al cuerpo C. La fuerza repulsiva del fluido de G impelerá á una porcion del fluido contenido en *F G*, y le hará pasar á la otra parte *G H*. Del mismo modo la fuerza repulsiva del fluido de G obrará en el fluido de C para hacer que una porcion de este fluido pase desde la parte *B C* á la parte *C D*. (*¿Por qué potencia se verifican estos empujes? pues, segun* Epino, *estos cuerpos no tienen atmósfera eléctrica: luego nada hay entre ellos que pueda transmitir la accion del uno al otro: ademas, segun el mismo* Epino, un cuerpo no puede obrar en donde no está: *luego aquí no se presenta potencia alguna que pueda producir estos empujes.* Epino *responde á esto*, que el fluido de C empuja al de G desde la parte *F G* á la parte *G H*; pero *si el fluido de* C *entra en la parte F G, ¿cómo es que esta parte llega á ser negativa? Si, al contrario, no entra, ¿cómo empujará al de* G? *porque una baqueta no introduce el taco sino siguiéndole. Sin embargo convengamos por un instante en permitirle estos empujes ó atacamientos, y veamos lo que sigue.*) Podrá suceder que haya un punto en que la parte *B C*, por exemplo, haya perdido tal cantidad de su fluido, al pasar á su estado negativo, que el efecto de la fuerza atractiva de esta parte en el cuerpo G, compense exâctamente el efecto de la fuerza repulsiva de la parte *CD*; en cuyo caso quedarán inmoviles los dos cuerpos: y si la misma causa exterior continúa impeliendo G hácia C, los dos cuerpos se atraerán recíprocamente. (*He aquí, pues, dos cuerpos cuyas extremidades, que se hallan en* el estado negativo, *deben, segun esta teoría*, atraerse mutuamente, *al paso que segun la misma teoría, los cuerpos, en igual caso, deben* repelerse.

Di-

Dirán algunos que la causa de esto es la mutacion de estado *de estos cuerpos*; *pero esta* mutacion *se supone gratuitamente*, *y de ningun modo se prueba*.)

Mucho pudiera decirse todavía acerca del modo con que explica *Epino* los demas fenómenos eléctricos, como los penachos, las chispas &c.; pero como sus explicaciones se fundan en principios hipotéticos, siempre se le podrian hacer los mismos cargos. Por exemplo, se sabe que una punta presentada á un cuerpo electrizado positivamente ó por el vidrio, la que se pretende se halla entonces en el estado negativo; se sabe, vuelvo á decir, que sale, ó á lo menos parece que sale de dicha punta una materia que hace se sienta un soplo muy notable que se dirige desde la punta hácia el cuerpo electrizado: y sin embargo se sostiene que está punta sólo recibe, y nada suministra. *Epino*, para explicar este soplo, pretende que es una corriente de ayre la que se dirige desde la punta hácia el cuerpo electrizado, al paso que el fluido eléctrico se endereza desde el cuerpo electrizado hácia la punta: pero claro está quan infundada es esta pretension, quando es constante que en el vácio de ayre se verifica el mismo soplo. Me parece que lo que hemos extractado hasta aquí de esta teoría basta para darla á conocer, sin embargo de lo qual nos parece conveniente decir algo del modo con que explica *Epino* el *poder de las puntas* y el *experimento de Leyden*.

Sabido es que los cuerpos que terminan en punta fina, presentados á los cuerpos electrizados, parece que les quitan la materia eléctrica con mayor fuerza que lo hacen los cuerpos embotados ó redondeados. Tambien parece que el mismo fluido se escapa mucho mas fácilmente de los conductores que acaban en punta que de los redondeados, y aun cortados en quadro por su extremidad. *Epino* explica este fenómeno del modo siguiente.

Supongamos, dice, una punta *bc* (*fig.* 17) de un metal qualquiera, colocada á corta distancia del cuerpo

po *A* electrizado en mas. En este caso una parte del fluido contenido en la punta será repelido de *b* hácia *c*; de donde se sigue que habrá falta de fluido en la parte anterior de la punta; y exceso de él en la parte posterior, situada hácia *c*. Supongamos otra punta, *d e*, situada al lado de la primera: las moléculas del fluido de *d e*, colocadas en la inmediacion de la parte anterior de la punta *b c*, que está electrizada en menos, serán atraidas por esta punta; y por otra parte serán repelidas hácia la extremidad *e* por el cuerpo *A*: pero equilibrando en parte la atraccion al efecto de esta repulsion, las moléculas serán menos repelidas hácia *e*, que si no exîstiera la punta *b c*: pues haciendo el mismo oficio la punta *d e*, con respecto á la punta *b c*, que esta respecto de la primera, las moléculas de *b c* serán tambien menos repelidas hácia la extremidad *c* que en el caso en que la punta *b c* hubiese exîstido sola: luego suponiendo una multitud de puntas semejantes, arregladas unas al lado de otras, es claro que oponiéndose en parte sus acciones mutuas á la fuerza repulsiva del cuerpo *A*, el número de las moléculas repelidas hácia las partes posteriores de este conjunto de puntas, se disminuirá notablemente.

Observemos pues, que en virtud de la falta de fluido de las partes anteriores del conjunto de que se trata, exerce este conjunto una fuerza atractiva en el fluido de los cuerpos circundantes, en particular en el del cuerpo *A*; y que esta fuerza es tanto mayor, quanto las partes anteriores de las puntas han perdido mayor cantidad de su fluido natural: luego si suponemos que una de las puntas sobresale á las demas, como se ve en *g* (*fig. 18*), hallándose esta punta como aislada respecto de las inmediatas, será fácil inferir de la reflexîon que acabamos de hacer, que la atraccion de esta misma punta, con respecto al fluido de *A*, crecerá de modo que el fluido de *A* sea extraido con mayor eficacia, que si esta punta se hallase al nivel de las primeras.

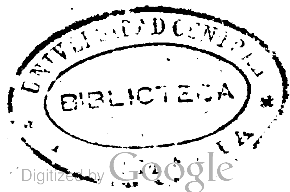
Igual-

Igualmente se probará que un cuerpo terminado en punta, y electrizado positivamente debe despedir al fluido en mayor cantidad que si este cuerpo no formase escabrosidad alguna; pues entonces, á causa de la resistencia del ayre, siempre se verifica en el punto *b* (*fig.* 17) una condensacion del fluido encerrado en la punta *bo*, y que tiende á salir de ella, en virtud de la repulsion mutua de sus moléculas: luego esta porcion del fluido condensado exercerá una fuerza repulsiva obliqua sobre el fluido situado hácia *e* en la punta inmediata; y como una parte de esta fuerza obra en sentido contrario á el en que las moléculas tienden á escaparse; se opondrá hasta cierto punto á la salida del fluido. Esta misma reflexion se aplica á cada una de las puntas con respecto á las que la rodean: de donde se sigue que si una punta está como aislada respecto de otras, el fluido saldrá de ella con mas libertad y abundancia. (*El que apruebe esta explicacion del poder de las puntas, no será muy delicado.*)

Sabido es que si se electriza vidrio, estando una parte de cada una de sus superficies guarnecida de cuerpos an-eléctricos, tocando alguna persona al mismo tiempo á estas dos superficies, recibe una violenta conmocion; á lo que se llama *Experimento de Leyden.* Veamos como explica *Epino* este fenómeno.

Supongamos, dice, que *abfe* (*fig.* 19) represente un segmento de la lámina de vidrio que forma el vientre de una botella de *Leyden*, armada como se acostumbra; *cogd* una parte de materia metálica aplicada á la superficie interior; *isnk* una porcion de metal que vuelve á cubrir la superficie exterior: que *tx* sea una cadena que comunica con el conductor de la máquina eléctrica; y *lm*, otra cadena unida á cuerpos an-eléctricos, y no aislados. Supongamos tambien que se haya excitado por medio de algunas vueltas del disco, ó del cuerpo que hace sus veces, cierto grado de *Electridad* posi-

sitiva en el conductor. Una parte del fluido eléctrico pasará por entre la cadena *t x* para llegar á la lámina *c o g d*; la qual se hallará electrizada en masa; y si se imagina que el ayre circundante sea muy seco, y que la cantidad de fluido adicional no baste á vencer su resistencia, no pudiendo ademas esta cantidad penetrar el vidrio *a b f e* sino con mucha dificultad, quedará toda ó casi toda en la lámina *c o g d*. Veamos, pues, qué le sucederá á la lámina exterior *i s n k*. Desde luego el fluido encerrado en *c o g d*, exerciendo una fuerza repulsiva en las moléculas del fluido natural de *i s n k* (*Esta fuerza repulsiva deberia ser muy débil, atendida la gran dificultad que tiene en penetrar el vidrio*), una parte de este último fluido se verá precisada á salir de la lámina *i s n k*, y hallando resistencia de parte del ayre circundante, al paso que la cadena *l m* le franquea el paso, se escapará por entre esta cadena, y se perderá en los cuerpos contiguos. A medida que salga fluido de *i s n k*, la fuerza repulsiva mutua de las moléculas que queden, disminuirá; y la atraccion de la materia propia de *i s n k*, sobre las moléculas, se aumentará; de suerte que habrá un punto en el que esta atraccion equilibrará el efecto de la fuerza repulsiva del fluido de *c o g d*, en cuyo término se detendrá el *efluvio*; y ya no pasará cosa alguna á la cadena *l m*. Las moléculas situadas en todo lo largo de la línea *i k* (y lo mismo debe decirse de las que se hallan entre esta línea y la línea *s n*), estarán entonces en el caso de la molécula *D* (*fig.* 14), quando las dos acciones de las partes *A B* y *A C*, en esta molécula, se equilibren de modo que quede inmóvil, como lo hemos explicado mas arriba página 109. La lámina *c o g d* (*fig.* 19) representa aquí la parte *A C* (*fig.* 14); y la lámina *i s n k*, la parte *A B*; pero como hemos visto que en el caso de que se trata, la molécula *E* experimentaba todavía una repulsion de la parte *B C*, del mismo modo tambien en el caso que representa la *fig.* 19, las moléculas del fluido de *c o g d*



conservan una mutua accion repulsiva, que obligaria á una parte de ellas á salir de dicha lámina, sin la resistencia del ayre circundante.

Si se comienza á electrizar al conductor, la lámina *c o g d* continuará cargándose, y saldrán nuevas moléculas de la lámina *i s n k*, hasta que se vuelva á restablecer el equilibrio; cuyo efecto se renovará siempre que principie la electrizacion. Mas en fin, la mutua fuerza repulsiva de las moléculas que hayan entrado en la lámina *c o g d*, y que aumenta al mismo tiempo que se acumula el fluido en esta lámina, llegará á ser tan considerable, que vencerá á la resistencia que le opone el ayre circundante; y, pasado este término, si se continúa electrizando al conductor, toda la porcion de fluido que exceda á la cantidad necesaria para equilibrar la resistencia del ayre, escapándose continuamente de la lámina *c o g d*, hará que esta ya no pueda adquirir mas, al paso que la lámina *i s n k*, por su parte, dexará de perder; en cuyo instante se hallará la botella cargada hasta el punto de saturacion.

Como el vidrio no es absolutamente impermeable á la materia eléctrica, es claro, que una parte del fluido de *c d g d* debe pasar á las capas inmediatas de *o g*, al mismo tiempo que otra parte del que está encerrado en las capas inmediatas de *s n* pasa adentro de la lámina *s i k n* para perderse por la cadena *l m*.

Importa mucho observar, que en virtud de la proximidad de las dos láminas metálicas *c o g d*, *s i k n*, la primera de ellas se halla electrizada con mucha mas fuerza de lo que lo hubiera sido sin la presencia de la otra: porque estando una parte del fluido encerrado por exceso en la lámina *c o g d*, detenida en esta lámina por la fuerza atractiva de *s i k n*, el fluido se acumula allí todavia mucho mas allá del término en que hubiera podido vencer á la resistencia del ayre, si la lámina *s i k n* no existiera; lo que concuerda con la experiencia. Síguese tambien de aquí

que

que la lámina *c o g d* debe conservar mucho mas tiempo su *Electricidad* positiva, de lo que lo haria en el caso en que la lámina *s i k n* se hallase suprimida. Así es, que quando se electriza una botella que no tiene armadura exterior, aplicándole la mano, se descarga esta botella con mucha mas prontitud, quando se la dexa suspendida al ayre que si se hubiese aplicado una lámina de metal á su superficie exterior.

Supongamos ahora, que se coloca sobre la superficie *i k*, la extremidad *z* de un hierro encorvado *z q r*, ó de qualquiera otro cuerpo semejante y anelectrico. En virtud de sola esta aplicacion nada ocurrirá de nuevo; pues hallándose en equilibrio el fluido situado á lo largo de *i k*, resulta que la botella no debe tener accion alguna en el fluido encerrado en el cuerpo *z q r*. Pero si se aplica despues la otra extremidad *r* de este cuerpo á la superficie *c d*; como el fluido encerrado en *c o g d*, experimenta tambien una accion repulsiva, que solo se destruye por la resistencia del ayre; una porcion de este fluido pasará inmediatamente dentro del cuerpo *n q*, en donde halla libre acceso. Mas la lámina *c o g d* no puede perder parte de su fluido, sin que al mismo tiempo disminuya la repulsion que exerce sobre el fluido *s i k n*, y por consiguiente sin que la lámina *s i k n* atraiga nuevo fluido: luego exercerá su atraccion en el cuerpo *z q r*; y estas dos acciones simultáneas, así la de la lámina *c o g d*, para desembarazarse de su exceso de fluido, como la de la lámina *s i k n*, para volver á recibir el que perdió, harán que la vuelta del fluido, desde una lámina á otra, se verifique con suma prontitud. Esta especie de erupcion viva y rápida produce la fuerte chispa que se ve saltar entre la superficie *c d*, y la extremidad *r* del excitador, quando se acerca á *c d*: y si en lugar de emplear un cuerpo metálico, la persona que hace el experimento se pone en contacto por una parte con la superficie *i k*, y por otra con la superficie *c d*, ó la cadena *m x*, es claro que esta persona ha de experimen-

tar entonces otro violento sacudimiento en las partes del cuerpo que se hallan en la direccion de la corriente, como les sucede á quantos hacen este experimento.

Quanto mas delgada sea la botella, con tanta mas fuerza se electrizará, siendo, por otra parte, iguales todas las cosas: porque por un lado, la fuerza repulsiva del fluido de *c a g d*, con respecto al de *s i k n*, obrará con mas energía, en razon de una distancia menor entre las dos láminas: por otro, la lámina *s i k n* hallándose mas evacuada, su fluido repelerá tanto menos al de *c a g d*, ó, para decirlo mejor, su propia materia atraerá tanto mas al mismo fluido: de donde se sigue, que la *Electricidad* positiva de una parte, y la negativa de la otra, serán mas considerables, que en el caso en que el vidrio *a b f e* tuviese algo mas de espesor.

Una botella suspendida de un conductor en medio de un ayre muy seco, solo puede electrizarse muy débilmente: porque no pudiendo entonces el fluido penetrar el ayre circundante, excepto una muy corta cantidad, el efecto de la repulsion del fluido de *c a g d* sobre el de *s i k n*, se ceñirá á empujar una parte de este último fluido hácia *i k*, y á hacer pasar algunas moléculas al ayre inmediato: pero siendo estos efectos muy limitados, solo resultará una débil *Electricidad* negativa en la parte de la lámina *s i k n* situada hácia *o n*. De donde se sigue, que la fuerza repulsiva del fluido de esta lámina, respecto del fluido de *c a g d*, habiendo experimentado solo una leve disminucion, únicamente permitirá á *c a g d* se cargue de una corta cantidad de fluido adicional: despues de lo qual, si se continúa electrizando al conductor, todo el fluido excedente se escapará por entre el ayre inmediato de *c d*.

Síguese tambien, que una botella no puede cargarse, ó á lo menos, solo débilmente, en el vacío, aun quando su superficie exterior está en comunicacion con cuerpos anelectricos: porque purgando de ayre al recipiente, se suprime un poderoso obstáculo, que hubiera mantenido, en

la

la armadura interior, el exceso de fluido eléctrico suministrado por el conductor; de suerte, que esta armadura solo necesita de un leve grado de *Electricidad* positiva, para llegar á su punto de saturacion.

Esta explicacion del *Experimento de Leyden* se parece mucho á la de *Francklin* (*Véase pág. 93*); pero sin embargo se diferencia de ella en un punto principal, que es el que sigue. Segun *Epino*, toda la virtud de la botella reside en sus guarniciones interior y exterior; y segun *Francklin*, reside esta virtud enteramente en el vidrio. (*Véase pág. 93.*)

Aunque ninguna de estas teorías basta para explicar todos los fenómenos eléctricos, sin embargo contienen todas las verdades bien probadas con hechos, las que juntas con las de que yo mismo me he cerciorado por medio de mis experimentos, me han servido para formar 36 *proposiciones*, que miro como fundamentales; y con las que procuraré dar razon de los fenómenos eléctricos.

PROPOSICIONES FUNDAMENTALES.

1.ª La virtud eléctrica es efecto de una materia que se mueve ya dentro, ya al rededor del cuerpo electrizado, y que se llama *materia* ó *fluido eléctrico*.

2.ª Esta materia es la misma que la del calor y de la luz, combinada con una substancia que le da olor, por cuya razon no calienta los cuerpos.

3.ª La materia eléctrica sale siempre del cuerpo electrizado al ayre, baxo la forma de ramos ó penachos, compuestos de rayos divergentes entre sí, ya sea el cuerpo electrizado por el vidrio, ya lo sea por el azufre, ó por qualquiera resina. Llámase esto *materia efluente*.

4.ª Pero si el cuerpo es electrizado por el vidrio, suministra penachos; si por el azufre, solo da puntos luminosos: y los cuerpos presentados á los que son electrizados por el vidrio, únicamente ofrecen puntos luminosos; al paso que los

los que se presentan á los cuerpos electrizados por el azufre suministran hermosos penachos.

5ª Entre los cuerpos unos se electrizan por rozamiento, y otros por comunicacion. Estos últimos son los metales, el agua, y todas las substancias húmedas: todos los cuerpos se electrizan mas ó menos por rozamiento, con tal que tengan bastante consistencia para ser frotados.

6ª Para electrizar á los cuerpos por comunicacion, es necesario aislarlos; y las substancias mas á propósito para ello son las que se electrizan mejor por rozamiento.

7ª El vidrio, aunque muy bien electrizado por rozamiento, se electriza igualmente por comunicacion, aun sin preparacion alguna preliminar; á pesar de todo lo qual es muy á propósito para aislar.

8ª La materia eléctrica penetra al vidrio con mucha mas dificultad, que otras varias substancias; pero no es impermeable á este fluido.

9ª En general, la materia eléctrica penetra muy dificilmente á los cuerpos idio-eléctricos; á no ser que se les caliente ó frote: y al contrario, las substancias an-eléctricas siempre se dexan penetrar con muchísima facilidad por este fluido.

10ª Quanto mas electrizable es un cuerpo por rozamiento, menos susceptible es de ser electrizado por comunicacion, y *vice-versá*.

11.ª Todos los cuerpos que se electrizan ya por rozamiento, ya por comunicacion, sea por el vidrio, ó por cuerpos resinosos, reciben principalmente de los cuerpos an-eléctricos que les estan inmediatos, una matéria semejante á la que despiden á su rededor. Llamamos á esto *materia afluente*.

12.ª Luego el fluido eléctrico se mueve del mismo modo en todos estos cuerpos.

13ª Luego todos estos cuerpos electrizados estan rodeados de una atmósfera de este fluido llamado *materia eléctrica*, cuyos rayos, animados de un movimiento progre-

gresivo, ván en dos sentidos opuestos; partiendo los unos del cuerpo electrizado para dirigirse á las inmediaciones, y encaminándose los otros á él de los cuerpos que estan á su rededor: estas dos corrientes son simultáneas; y por lo comun la una es mas fuerte que la otra.

14.ª Los cuerpos electrizados atraen y repelen al mismo tiempo, y por el mismo lado de su superficie, cuerpos leves, á los que no detienen grandes obstáculos.

15.ª Los cuerpos repelidos por un cuerpo electrizado, no dexan de ser atraidos de nuevo por este cuerpo, inmediatamente que han tocado á algun cuerpo an-eléctrico.

16.ª Los cuerpos colocados sobre substancias an-eléctricas parece son atraidos con mas viveza que los que descansan sobre substancias idio-eléctricas.

17.ª Los cuerpos, cuyo texido es mas tupido, parecen atraidos ó repelidos con mas viveza, que aquellos cuyo texido es mas claro y poroso.

18.ª Un cuerpo electrizado, si puede moverse con libertad, es atraido por un cuerpo an-eléctrico no electrizado.

19.ª Los fenómenos eléctricos no se producen únicamente por el cuerpo sobre el qual se hace obrar la máquina eléctrica; pues contribuyen á ellos los cuerpos inmediatos.

20.ª Luego la *Electricidad* es la accion de la materia del calor y de la luz, combinada con una substancia que le da olor, y á la que se ha hecho tomar cierto movimiento no solo en los cuerpos frotados ó aislados, sino tambien en los que les estan inmediatos, aunque estos últimos no esten aislados.

21.ª La energía de la virtud eléctrica se aumenta en los conductores mucho mas por el incremento de superficie, que por el de masa.

22.ª En superficies iguales, quanto mas largo es el conductor, quanto mayores son los efectos.

23.ª La virtud eléctrica se transmite á muy largas dis-

tan-

tancias en muy corto tiempo por medio de los conductores.

24.ª Los cuerpos an-eléctricos electrizados pierden fácilmente su virtud por el contacto de otro cuerpo an-eléctrico no aislado.

25.ª Los cuerpos idio-eléctricos electrizados conservan su virtud mucho mas tiempo, aunque toquen á otros cuerpos de qualquiera naturaleza que sean.

26.ª Los cuerpos electrizados adhieren unos á otros, de modo que no se les puede separar sin un esfuerzo, que algunas veces ha de ser muy grande.

27.ª La electrizacion acelera la evaporacion de los licores, y la transpiracion de los animales.

28.ª Esta aceleracion de evaporacion y de transpiracion se verifica tambien en los cuerpos que, sin estar aislados, solo se hallan colocados en la inmediacion del cuerpo electrizado; pero el efecto es menor.

29.ª Un conductor que termina en punta muy fina da solo muy débiles señales de *Electricidad*: y si á un conductor electrizado se le presenta una punta fina de una substancia an-eléctrica, las señales de *Electricidad* que da se disminuyen en el instante considerablemente, aunque no esten del todo apagadas. (Llámase esto *poder de las puntas*.)

30.ª Los penachos inflamados que se advierten en las extremidades y ángulos de los cuerpos electrizados, siempre se componen de rayos divergentes entre sí, quando salen al ayre; pero si se les presenta un cuerpo an-eléctrico, pierden mucha parte de su divergencia; sus rayos algunas veces se vuelven convergentes para dirigirse hácia este cuerpo, el qual es para ellos mas permeable que el ayre; y si se les hace llegar á un espacio vacío de ayre, toman la figura de un grueso caño de luz con corta diferencia cilíndrico, ó en forma de huso.

31.ª Quando se aproxima bastante á un cuerpo electrizado otro cuerpo an-eléctrico, salta una chispa entre los dos;

dos; pero esta chispa jamas se verifica si el cuerpo acercado al cuerpo electrizado es idio-eléctrico.

32.ª Estas chispas se multiplican por una serie de conductores no-contiguos.

33.ª La chispa que salta entre dos cuerpos es capaz de inflamar materias combustibles.

34.ª Si se electriza con fuerza, por comunicacion, un cuerpo idio-eléctrico, que por una parte toque al conductor aislado por el que se electriza, y por otra á una persona que vaya á sacar una chispa de este conductor, esta persona experimenta en el instante una violenta conmocion. Llámase esto *Experimento de Leyden.*

35.ª Es constante que en este experimento una de las superficies del cuerpo electrizado está mas cargada que la otra.

36.ª La virtud que causa esta conmocion reside principalmente en el cuerpo idio-eléctrico. Para que salga bien este experimento, debe hacerse de modo (no importa de que manera se haga) que una porcion de cada una de las superficies del cuerpo idio-eléctrico no esté en contacto con el ayre.

EXPLICACION DE LOS FENOMENOS.

Para producir estos fenómenos debe comenzarse electrizando cuerpos, de los quales *unos se electrizan por rozamiento, y otros por comunicacion.* Determinar de donde provenga esta diferencia en el modo con que se electrizan los cuerpos, me parece si no imposible, á lo menos muy dificil; pues para ello todavia no conocemos bastante la naturaleza de los cuerpos: luego es mucho mejor confesar su ignorancia, que cansarse en discurrir sin tino, y en hacer suposiciones violentas; pero aquellos hechos son ciertos, y por lo mismo podrán servirnos para la explicacion de los fenómenos. Veamos como puede verificarse cada uno de ellos.

1º *Electrizacion por rozamiento.* Siendo la *materia eléctrica la misma que la del calor*, está esparcida uniformemente por todas partes: penetra hasta lo mas íntimo de los cuerpos: se halla tambien en los cuerpos inmediatos, y aun en el ayre que los rodea: luego que se frota un cuerpo idio-eléctrico, como, por exemplo, un tubo, un globo, ó un disco de vidrio, un cañuto ó globo de lacre, ó de azufre, no solo se ponen en movimiento las partículas del cuerpo frotado, sino tambien la materia eléctrica que llena sus poros; en cuyo caso se arroja esta misma materia de dentro afuera, como se advierte preséntandole la mano. Frotado el cuerpo de este modo no se agota con estas continuas emanaciones á que llamamos *efluencias*; pues por mucho que dure la electrizacion, siempre se verifican; porque *otra materia semejante reemplaza continuamente al fluido que forma las efluencias*, como lo probamos pág. 56: á cuyo reemplazo llamamos afluencias. Hecho esto, se halla el cuerpo electrizado por rozamiento.

2º *Electrizacion por comunicacion.* Acercando á un cuerpo, ya electrizado, otro cuerpo an-eléctrico, como, por exemplo, un cuerpo vivo de metal &c. *debidamente aislado*, la materia eléctrica que reside en sus poros, se pone en movimiento por los impulsos que recibe de los rayos efluentes que salen del cuerpo electrizado: y este movimiento la dirige hácia adelante; del mismo modo que sucede con el agua que se introduce en un tubo casi lleno, la que causa en el otro extremo un derramamiento que dura todo el tiempo que se suministra nueva agua al tubo; en cuyo intervalo *una materia semejante acude de todas partes al cuerpo aislado*, para dirigirse en parte hácia el cuerpo frotado; de suerte que en este cuerpo electrizado por comunicacion, la materia eléctrica *se mueve del mismo modo* que en el cuerpo electrizado por rozamiento; verificándose en ambos casos *efluencias* y *afluencias*. No ignoro que la mayor parte de los Físicos electrizantes no convienen en

es-

este punto; pero como no hay ninguno probado con mayor solidez en toda la Fisica, no puedo menos de admitirlo.

Esta materia, así la *efluente* como la *afluente*, se escapa siempre baxo la forma de *penachos compuestos de rayos divergentes*, quando estos penachos desembocan en el ayre, como lo probamos mas arriba, ya sea excitada por el vidrio, ya lo sea por cuerpos resinosos. Esta divergencia no se produce, segun piensan algunos Fisicos, por la repulsion mutua de las partes del fluido eléctrico, y sí mas bien, por la resistencia que experimentan en el ayre, al que *penetran con dificultad*. Así es que quando desembocan en un lugar vacío de ayre, no hay divergencia alguna. (*Véase* DIVERGENCIA ELECTRICA.)

Estos rayos de materia *efluente* que salen divergiendo del cuerpo electrizado; y los de materia *afluente* que convergen á este mismo cuerpo electrizado, forman su atmósfera: de donde se sigue que una atmósfera eléctrica se compone de un fluido, cuyas diferentes partes forman siempre dos corrientes que se mueven en dos sentidos opuestos, y en el mismo instante, como se probó mas arriba pág. 59; siendo por lo regular la una de estas corrientes mas fuerte que la otra. El Abate *Nollet* representó muy bien esta atmósfera por medio de la *fig.* 12, en la que *a*, *a*, *a* &c. son los rayos *efluentes*, y *b*, *b*, *b* &c. los rayos afluentes.

Quando un cuerpo es actualmente electrizado, ya por rozamiento, ya por comunicacion, por el vidrio ó por las resinas, y se le presentan cuerpos leves, muchos de estos se dirigen con precipitacion hácia el cuerpo electrizado por una potencia que queda invisible: y he aquí lo que se llama *atraccion eléctrica*. (*Véase esta palabra.*) Para explicar este fenómeno supone *Francklin* una potencia atractiva entre los cuerpos y el fluido eléctrico: *Epino* supone una combinacion de quatro fuerzas para producir un efecto tan pequeño; pero todas estas supo-

siciones á lo menos son inútiles, pues esta atraccion solo es aparente, y mas bien una verdadera impulsion, porque el cuerpo leve *F* (*fig.* 12) es impelido hácia el cuerpo electrizado *A* por la corriente *b* de *materia afluente*. He aquí, pues, una causa mecánica, y cuya exîstencia está probada, que nos dispensa de tener que recurrir á ninguna suposicion.

Si entre los cuerpos leves presentados al cuerpo electrizado, hay muchos atraidos, tambien los hay que huyen precipitadamente del cuerpo electrizado, ó que, si al pronto se le acercan, casi no dexan de apartarse inmediatamente despues; á lo que se llama *repulsion eléctrica* (*Véase*); efecto que se produce tambien por una causa mecánica, que es el impulso de la materia efluente, cuya exîstencia se ha probado muy poco ha, la que obliga á que se aleje el cuerpecillo. Si este corpúsculo G, en lugar de hallarse en la corriente *b* de la *materia afluente*, está expuesto á la corriente *a* de la *materia efluente*, en un lugar en que el penacho tenga bastante densidad y ligereza, en el momento es repelido; y si esta densidad no es suficiente en el lugar en que se halla el cuerpo G, obedecerá desde luego al impulso de la materia afluente que llega de todas partes, y se acercará un poco al cuerpo electrizado *A*, para ser repelido en el instante que llegue al lugar en que la densidad y ligereza de la materia efluente sean superiores á la de la materia afluente. El mismo cuerpo *F*, si es an-eléctrico, aunque no encuentre, en la línea *F b*, la corriente de materia efluente, no dexará de ser repelido al instante que se haya acercado ó tocado al cuerpo electrizado *A*; porque él mismo se electrizará por comunicacion, y de este modo llegará á estar enteramente erizado de penachos, como se ve en *H*: esto le expondrá al impulso de los rayos efluentes del cuerpo electrizado *A*, contra los que se apoyan los suyos; lo que les mantendrá á cierta distancia uno de otro.

Ve-

Verificase esta repulsion por una fuerza que disminuye á medida que aumenta la distancia. ¿Pero qué ley sigue en su disminucion esta fuerza? *Coulomb*, de la Academia de las Ciencias, la determinó con experimentos muy ingeniosos. (*Véanse las Mem. de este Cuerpo, año de 1785 pág. 569.*) El método que empleó dicho Sábio para alcanzar este conocimiento fué la fuerza de torsion de un hilo de metal, sobre la que hizo un gran número de investigaciones; que le conduxéron á una exâcta evaluacion de esta fuerza, y que componen la Memoria que leyó á la Academia el año de 1784. La fuerza de que aquí se trata es la que es capaz de contener á un hilo delgado de metal que se ha torcido cierta cantidad, ó que puede equilibrar al esfuerzo que hace este hilo para destorcerse, y restituirse á su estado ordinario.

El hilo de metal que emplea *Coulomb* está suspendido en medio de un cilindro hueco de vidrio; la extremidad superior del hilo está agarrada por unos pequeños alicates, por cuyo medio se puede torcer el hilo de metal, haciendo circular una aguja ó un indicador, cuya punta se mueve sobre la circunferencia de un círculo graduado; de la extremidad inferior del hilo de metal pende una palanquita hecha de un hilo de seda cubierto de lacre, y que sostiene en uno de sus extremos una bolita de medula de sahuco, y en el otro un pedacito de papel dado de aceyte que sirve de contrapeso: la circunferencia del cilindro va graduada á la altura que corresponde á la palanquita en 360 grados. Enfrente del punto de o hay otra bolita de la misma substancia que la primera, cuya posicion está fixa sobre un apoyo idioeléctrico.

Coulomb primero hace que las dos bolas se toquen, hallándose el hilo de metal en su estado natural, en donde es nula la torsion; el indicador de que hemos hablado antes está en el punto de o sobre el circulito graduado. Electriza *Coulomb* despues con debilidad á las dos bo-

bolas; estas exercen en el momento una en otra cierta accion repulsiva; y la bola móvil se aparta de la fixa, cuya separacion, medida por la graduacion del cilindro, se halló de 36 grados. Hizo en seguida *Coulomb* sufrir mayor torsion al hilo de metal, habiendo dispuesto que el indicador circulase una cantidad de 126 grados; al mismo tiempo la bola móvil se acercó á la fixa hasta el punto en que la mutua fuerza repulsiva de las dos bolas podia equilibrar á la fuerza de torsion: en este momento las dos bolas solo estaban apartadas 18 grados, que añadidos á los 126 grados corridos por el indicador, daban 144 grados por el valor total del ángulo de torsion.

Segun la estimacion de *Coulomb*, las fuerzas de torsion solo son en razon de los ángulos de torsion: es así que estos ángulos son, en los experimentos anteriores, el primero de 36 grados, y el segundo de 144 grados, es decir, que el segundo es quádruplo del primero; pero las distancias eran, la una de 36 grados, y la otra de 18 grados: luego la primera distancia era doble de la segunda: luego, á una distancia simple, la fuerza repulsiva equilibraba una resistencia quádrupla de la que experimentaba á una distancia doble: de donde resulta que esta fuerza de repulsion sigue la razon inversa del quadrado de la distancia. Esta es la ley que infirió *Coulomb*; y en efecto, así debe ser; porque esta repulsion se causa por los rayos efluentes de las dos bolas electrizadas, que se apoyan unos en otros: es así que siendo estos rayos divergentes entre sí, tienen, á una distancia simple, una densidad quádrupla de la que tienen á una distancia doble: luego á esta distancia simple han de tener una fuerza quádrupla; pues esta fuerza debe ser proporcional á la densidad.

Pero si el cuerpecito *H* (*fig.* 12) llega á tocar á algun cuerpo an-eléctrico, *será atraido de nuevo por el cuerpo electrizado A*; pues *con este contacto perderá su*

vir-

virtud eléctrica, y volverá á hallarse en el mismo caso en que estaba en *F*.

La experiencia acredita, y todo el mundo lo sabe, que *estas atracciones* y *repulsiones* se producen *en el mismo instante, y por el mismo lado de la superficie del mismo cuerpo electrizado*: luego son simultáneas, como las corrientes de fluido eléctrico que las causan. Estas corrientes deben llevarse todo lo que encuentren en libertad de obedecer á su impulso; los cuerpos que se oponen á las corrientes de materia afluente, parecen atraidos; y los que se hallan expuestos á la accion de la materia efluente, son repelidos, como lo explicamos mas arriba pág. 72 segun la teoría de *Nollet*, que es la única de quantas conozco, que pueda explicar este fenómeno de un modo que tranquilice.

Estas atracciones son mas vivas, y se verifican de mas lejos, quando los cuerpos presentados á los cuerpos electrizados, *se sostienen sobre substancias an-eléctricas*; porque *dexándose estas penetrar muy fácilmente por el fluido eléctrico*, suministran mayor cantidad de esta materia afluente, que por su impulsion hace que los cuerpos parezcan atraidos.

Un cuerpo actualmente eléctrico, de qualquiera modo que lo haya llegado á ser, atrae y repele toda especie de materias indistintamente, ya an-eléctricas, ya idio-eléctricas, con tal que no las detenga su demasiado peso, ó algun otro obstáculo. Pero hay ciertas substancias en quienes se ceba mas que en otras; y esta disposicion mayor ó menor á ser atraidas ó repelidas por un cuerpo eléctrico, depende mucho menos de la naturaleza de las materias, que *de lo mas ó menos tupido de sus partes*. Una laminita ó chapita de metal es atraida ó repelida con mayor viveza, y de mas lejos que una pajita, ó un pedacito de papel, aunque mas pesada; una misma cinta, con que solo se haya mojado, encerado ó engomado, se vuelve mas á propósito para obedecer al im-

pul-

pulso del fluido eléctrico, que sin esta preparacion, sin embargo de que con ella aumenta en peso. La razon es muy clara: el fluido eléctrico que se lleva á estos cuerpos segun su corriente, obra en ellos con tanto mas poder, quanto son mas las partes que obran de una vez; y de estas hay un número tanto mayor, quantas menos dexan que pasen dichos cuerpos, lo qual sucede quando su texido es mas tupido, y menos poroso. Si se vistieran las aspas de un molino, ó se hicieran de gasa las velas de un navío, el viento produciria en ellas poco efecto.

Un cuerpo electrizado, si tiene libertad de moverse, *es atraido por un cuerpo an-eléctrico no-electrizado*. El mismo fluido de que nos hemos valido hasta ahora, nos servirá tambien para explicar este fenómeno. Supongamos una hojita de metal *C* (*fig.* 20) electrizada, y aislada por un hilo de seda *D C*; sus *rayos efluentes* experimentan por todos lados una resistencia semejante, ya de parte del ayre, que, siendo idio-eléctrico, *sólo se dexa penetrar por ellos con dificultad*; ya de parte de la *materia afluente A B*, que la impele con igualdad en todos sentidos: de donde resulta que debe quedar en reposo; y en efecto esto es lo que sucede. Supongamos ahora que á esta misma hoja de metal *c* aislada por el hilo de seda *d*, se le presenta un cuerpo an-eléctrico como un pedazo de metal ó la mano; la hoja de metal será atraida por dicho cuerpo; porque siendo este cuerpo an-eléctrico muy *permeable al fluido eléctrico*, opone menos resistencia á los rayos efluentes de la hoja *c*, que el ayre, cuyo lugar ha ocupado: luego la materia afluente *a* impele á la hoja *c* hácia este punto menos resistente, con lo que parece atraida por la mano. Este es un exemplo en que los cuerpos inmediatos al cuerpo electrizado contribuyen á los fenómenos.

Dufay, y despues *Kinnersley* observáron que un cuerpo que ha sido electrizado y repelido por el vidrio, es atraido por un cuerpo resinoso electrizado; y que el que ha

ha sido repelido por el cuerpo resinoso, es atraido por el vidrio; de lo que infiriéron que habia dos especies de *Electricidad* realmente distintas una de otra, supuesto que el vidrio y las resinas repelen á los cuerpos que han contraido una *Electricidad* de igual naturaleza que la suya, y que atraen á los que la han contraido de naturaleza diferente. Pero antes de sacar semejantes ilaciones, no hubiera sido malo asegurarse de si el fenómeno era constante, que es lo que yo he procurado saber, para lo que repetí un gran número de veces estos experimentos, y observé que los resultados ya eran conformes, ya se oponian á los de dichos Señores: de suerte que el cuerpo que era repelido por el vidrio, ora era atraido, ora repelido por la resina; y el cuerpo que era repelido por la resina, ya era atraido, ya repelido por el vidrio. No parece dificil explicar esta especie de contrariedad: digo mas; con alguna destreza que se adquiere con el hábito, y en un tiempo favorable, se puede hacer con felicidad el experimento de un modo ó de otro, segun se quiera.

Experimento. Aislé un cuerpecillo, suspendiéndole por medio de un hilo de seda; y mientras frotaba un tubo de vidrio, otra persona frotaba un cañuto de lacre. Despues que, acercando mi tubo de vidrio, habia electrizado y repelido dicho cuerpecillo, inmediatamente la otra persona arrimaba el cañuto de lacre; y repitiendo muchas veces este experimento ya era atraido, ya repelido por el lacre el cuerpecillo; cuya variedad de efectos no es dificil de explicar. El lacre, que es idio-eléctrico, *es muy poco permeable al fluido eléctrico*, á no ser frotado; pero en este último caso se dexa penetrar con bastante facilidad por este fluido: luego quando se acerca el cañuto de lacre, frotado de este modo, al cuerpecillo electrizado produce el mismo efecto que la mano de que acabamos de hablar; opone poca resistencia á los rayos efluentes del cuerpecillo electrizado; y este parece atraido: pero si

el lacre solo se electrizase con debilidad, ó con muchísima fuerza, opondria mucha mas resistencia á estos rayos efluentes; y el corpúsculo seria repelido. En el primer caso solo seria poco permeable al fluido eléctrico; y en el segundo sus rayos efluentes serian con corta diferencia tan fuertes como los del vidrio: qualquiera de estas dos circunstancias debe causar la repulsion. Y así, para que salga bien el experimento, como lo anunciáron *Dufay* y *Kinnersley*, es preciso comunicar al lacre una electricidad mediana; y para que salga mal, únicamente se le debe dar muy débil, ó comunicársela muy fuerte: luego sin fundamento alguno se dixo que hay dos especies de electricidad de diferentes naturalezas; pues solo se diferencian por la energía.

Sin embargo, estos experimentos y los que hizo *Francklin* ocasionáron la distincion de la *Electricidad* en *positiva* y *negativa*, en *mas* y en *menos*. No podemos menos de confesar que aquí hay una distincion real, y que merece conservarse; pues estas dos especies de *Electricidad* se distinguen una de otra por un fenómeno constante de que hemos hablado mas arriba pág. 55. La *Electricidad* en *mas* se distingue por un grande y hermoso penacho muy abierto; y la *Electricidad* en *menos* por un penachito, llamado *punto luminoso*: mas esta diferencia no resulta de dos *Electricidades* de diferente naturaleza; pues ambas subsisten muy bien en un mismo cuerpo, y en un mismo conductor, la una en uno de sus extremos, y la otra en el otro: tampoco resulta, como se pretende, de cierta diferencia de direccion en el fluido eléctrico; supuesto que este fluido se mueve del mismo modo en ambos casos, como lo dexamos probado pág. 56 y 57. Parece que la única diferencia que exîste entre las *Electricidades* en *mas* y en *menos* solo se reduce á la diferencia de la actividad del fluido eléctrico que tiene un movimiento mas rápido en un caso que en otro, como lo pensó *Francklin*: de donde infiero que los nombres de *Electri-*

cidad en *mas* y en *menos* convienen mejor que los de *Electricidad positiva* y *negativa*, por dar estos últimos nombres una idea falsa del fenómeno.

Algunas veces sucede que ciertos cuerpos adhieren con fuerza á la superficie de los cuerpos electrizados, (*Véase* Cohesion electrica), cuya adherencia se produce por la impulsion de la materia afluente que acude á los cuerpos electrizados *de los demas cuerpos inmediatos*, y aun del ayre que les rodea.

Diximos que *la electrizacion acelera la evaporacion de los licores, como tambien la transpiracion de los animales*: hicimos ver que si á un cuerpo actualmente electrizado se engancha un vasito *K* (*fig.* 8), ó *D* (*fig.* 9) lleno de agua y terminado en un tubo delgado, que solo la permite salir gota á gota, este derrame se acelera y hace por caños continuos de rayos divergentes; cuyo efecto causa la materia efluente que se escapa del cuerpo electrizado. Claro está que la misma causa debe acelerar la transpiracion de los animales; pues la materia efluente que se escapa por los poros del cuerpo de un hombre electrizado, debe llevarse consigo las particulillas aquosas que forman su transpiracion insensible, y acelerar la salida de ellas: igual efecto debe producir la misma materia, atravesando una masa de licor, ó un cuerpo cargado de humedad ó de qualquiera otra substancia evaporable.

Esta aceleracion se verifica tambien en los cuerpos, que, sin comunicar con el cuerpo actualmente electrizado, *solo se hallan colocados á su inmediacion, y sin estar aislados*. Para explicar este segundo efecto, no olvidemos que *todo cuerpo electrizado recibe, principalmente de los cuerpos an-eléctricos que le estan inmediatos, una materia semejante á la que despide á su rededor*: cuya materia (llamada *afluente*) acelera la salida del liquor contenido en el vaso *C* no aislado, y sostenido delante de un conductor electrizado *D H*. Al salir del cuerpo de

un hombre no aislado, y colocado delante de un cuerpo electrizado, debe producir el mismo efecto, y acelerar su transpiracion; así como debe acelerar la evaporacion de los liquores y de las substancias evaporables contenidas en los cuerpos que estan presentes á un cuerpo electrizado. Mas, como esta materia afluente solo sale del cuerpo presentado por el lado vuelto hácia el cuerpo electrizado (*Véase* el vaso *C fig.* 9), el efecto es menor que en el caso anterior, en que se verifica la aceleracion por todos lados.

La experiencia ha probado constantemente que *la energía de la virtud eléctrica se aumenta en los conductores mucho mas por el incremento de superficie que por el de masa*: lo qual debe ser así, atendido lo que probó *Coulomb* en su Memoria IV sobre la *Electricidad*, impresa entre las de la Academia de las Ciencias, año de 1786, pág. 67, en que hizo ver con experimentos muy ingeniosos, que el fluido eléctrico se comunica de un cuerpo á otro, no en razon de la naturaleza de los cuerpos, y sí en la de sus superficies, quando estas son iguales en ambos cuerpos; pero que siendo desiguales las superficies, el fluido se divide entre ellos, en razon menor que la de las superficies; de suerte que siendo la superficie del mas pequeño $\frac{1}{14}$ de la del mayor, por exemplo, su cantidad de fluido será con corta diferencia $\frac{1}{11}$ de la que le queda al mayor; lo qual manifiesta que se puede grangear mucho, aumentando mas bien la superficie que la masa de los conductores.

Tambien ha probado la experiencia, que *con superficies iguales, quanto mas largo es el conductor, mayores son los efectos que produce*; y esto proviene sin duda de que en los diferentes conductores, cuyas superficies son iguales, el mas largo termina ciertamente en una superficie mas estrecha; de donde se sigue que la virtud eléc-

eléctrica está allí mas concentrada, como sucede en los imanes, cuyos polos van á parar á partes menudas.

Sabido es que *la virtud eléctrica se transmite á muy grandes distancias en un tiempo muy corto por medio de los conductores.* Esto proviene de que *el fluido eléctrico se mueve con grandísima facilidad en todos los cuerpos an-eléctricos*, ó conductores.

Los conductores que terminan en punta fina solo se electrizan débilmente; y aquellos á los que se presenta, aun de muy lejos, una punta fina de una substancia an-eléctrica, solamente dan muy débiles señales de *Electricidad*; llámase esto el *poder de las puntas.* Ya hemos visto arriba pág. 89 y sig., como explican este fenómeno *Francklin* y *Epino*; veamos ahora como lo hace *Nollet*, en sus *Cartas sobre la Electricidad, Parte primera, Carta VI.* Se sabe, dice, que la materia eléctrica se mueve con mayor facilidad en los cuerpos llamados *conductores*, que en el ayre mismo de nuestra atmósfera; y así, atendido este principio en que convienen todos, que *los cuerpos que estan en movimiento se dirigen siempre hácia el lugar en que experimentan la menor resistencia*, la materia eléctrica que se impele, por la accion del globo, en una barra de hierro, debe moverse en ella todo el tiempo que puede; y salir solo de allí por los lugares mas agudos y mas internados en el medio de mayor resistencia: es así que estos lugares son los ángulos y las puntas del conductor; luego la materia eléctrica desfilando por ellos con preferencia, debe salir con menos abundancia y con menor ímpetu por todos los demas puntos de la superficie. He aquí por qué son mas débiles las señales de *Electricidad* en los conductores que terminan en punta; y probablemente por qué adquieren estos conductores, y guardan menos *Electricidad* que los demas; pues la duracion é intensidad de esta virtud dependen principalmente de estas emanaciones que forman la atmósfera eléctrica.

Pa-

Para comprehender ahora, sigue *Nollet*, por qué se escapa la materia eléctrica con mas facilidad y prontitud por las puntas de los conductores, que por las demas partes de su superficie, es preciso tener presente, que todo cuerpo actualmente electrizado, está rodeado no solo de *sus propias emanaciones*, llamadas *materia efluente*, sino tambien de *un fluido semejante que tiende á él desde todas partes*, y que se llama *materia afluente*. Estas dos materias, cuyos *movimientos son contrarios y simultáneos*, necesariamente han de chocarse, y en algun modo oponerse una á otra: luego la materia efluente que sale del cuerpo electrizado, halla dos resistencias que vencer, una de parte del ayre, que *es un medio poco permeable para ella*; y otra de parte de la materia afluente que choca con ella, oponiéndose á su movimiento: luego siempre que haya en la superficie de este cuerpo electrizado, un lugar enfrente del qual tenga poco movimiento esta materia afluente, deben verificarse mas fácilmente las efluencias por aquel lado; pues casi lo único que tienen que vencer es la resistencia del ayre: luego las demas efluencias deben disminuir por los otros lugares; porque es natural que la materia eléctrica se dirija mas bien al lugar por donde puede salir con mas facilidad.

Esto mismo debe sucederle á un conductor que termina en punta muy fina; pues la extremidad de esta punta, sirviendo de conducto á la materia efluente, y presentando solo muy pocos poros abiertos para la materia afluente (*pero el resto de la superficie presenta muchos*); esta únicamente se dirige en muy corta cantidad contra la primera, y por consiguiente casi no opone obstáculo alguno á su movimiento; ó, á lo menos, el que opone casi no es mas que el de un fluido en reposo, que recibe el choque, pero que no le aumenta siguiendo adelante. (*Este raciocinio no es muy exácto; porque* segun *Nollet, el fluido, que sale de esta punta*, lo hace baxo

xo la forma de penacho abierto, *que debe encontrar á los rayos de materia afluente que se dirige al conductor hácia los puntos de su superficie inmediatos á la punta; y este fluido debe dirigirse al conductor*, segun *Nollet*, *con tanta mas velocidad, quanto sale mayor porcion de la punta: lo qual deberia, en su sentir, continuar manteniendo la virtud eléctrica que hace consistir en esta doble corriente: luego esta punta no deberia causar debilitacion en las señales de Electricidad de este conductor*). No sucede lo mismo, continúa *Nollet*, quando la punta es gruesa y corta: el penacho que sale por esta punta se halla sumergido en una corriente de materia afluente bastante ancha para servir de obstáculo á una gran parte de sus rayos (*Lo propio acontece, como acabamos de decir, con el penacho que sale de la punta fina*); porque teniendo los penachos de las partes inmediatas tanta proporcion de salir como ella, causan una afluencia mas pronta, y, por consiguiente, una reparacion y reemplazo de partes, que hace mas duradera la *Electricidad*. (*Esto manifiesta que Nollet mira á las efluencias de la punta fina como mucho menos abundantes que las de la gruesa: luego el conductor deberia perder menos por la punta fina. Siendo las efluencias, segun creen los Físicos, mas abundantes por la punta fina, deberia esto causar, en sentir de Nollet, mayor afluencia*, que deberia hacer mas duradera la *Electricidad*; *lo qual se opone á la experiencia.*)

Tambien puede explicarse, continúa *Nollet*, por qué un cuerpo no electrizado y puntiagudo, que se presenta á un cuerpo actualmente electrizado, le quita á este mas fácilmente y con mayor prontitud su *Electricidad*, de lo que lo haria un cuerpo embotado. Ya hemos probado que un cuerpo no electrizado y puntiagudo, por exemplo, un punzon de hierro, que por la punta se presenta á un cuerpo electrizado, suministra á este último una materia afluente: luego esta materia sale de la punta del pun-

punzon para dirigirse al cuerpo electrizado; y por las razones que acabamos de exponer pág. 142 sale con mas facilidad por esta punta que por todos los demas lugares de su superficie; pues quanto mas fácilmente sale esta materia por la punta *a* (*fig.* 21), menos esfuerzo hace para salir por la superficie inclinada *a c*; con lo que sucede que los rayos *b*, *b*, de la materia efluente del cuerpo electrizado, que hallan mucho mayor resistencia á pasar al ayre, se doblan hácia esta superficie, que les presenta un medio mucho mas permeable para ellos, y de la que casi no salen rayos afluentes, que les impidan entrar. Es verosímil que por esta misma razon un punzon, presentado por su punta *a*, quita mas fácilmente la *Electricidad* al conductor; porque quando se vuelve el extremo grueso *d* (*fig.* 22) del punzon hácia el cuerpo electrizado, esta misma materia afluente, que solo suministra un pequeñísimo penacho á la punta (*pero este penachito se compone, como los mayores, de rayos divergentes, y que, aunque invisibles, se dirigen tambien muy lejos*), se abre mucho mas, cerniéndose por una superficie ancha; y aunque no tenga bastante velocidad para inflamarse, tiene una fuerza suficiente para detener en parte los rayos efluentes del cuerpo electrizado que se presentan para penetrar por la punta del punzon.

Luego parece cierto, sigue *Nollet*, que lo que se llama el *poder de las puntas*, no pertenece precisa y únicamente á ellas; pues los efectos que producen tambien se deben muchísimo á las superficies que se extienden de un extremo á otro del cuerpo puntiagudo; porque estos efectos siempre son menores, quando se hace de modo, que los rayos efluentes del cuerpo electrizado, no puedan llegar á estas superficies; lo qual es fácil de verificar deteniéndolos con un vidrio de 9 á 10 pulgadas de ancho, y atravesado en medio por un agujerito que solo pueda recibir la extremidad de la punta que se introduce en él; en cuyo caso impide el vidrio que los rayos

yos efluentes del cuerpo electrizado lleguen á la superficie del cuerpo puntiagudo; y entonces siempre son menores los efectos que se atribuyen á las puntas. (*Esto es certísimo; el experimento es constante; mas no prueba que el cuerpo puntiagudo deba quitar con su larga superficie el fluido efluente del cuerpo electrizado; porque un cuerpo grueso embotado presenta tambien mucha superficie permeable á este fluido, y sin embargo no produce los efectos de una punta fina.*)

Luego esta explicacion satisface mas que las de *Francklin* y *Epino*: convendria poder substituir otra mejor en su lugar; confieso mi insuficiencia para ello; y ya que estos Sabios han discurrido con poco acierto para sostener su opinion, mas quiero callar, que imitarlos; pues me parece muy dificil explicar estos fenómenos singulares, y otros muchos que yo tambien he observado. Si se cubre la punta que termina al conductor, con un cilindro de metal, de modo que la extremidad de la punta se halle en el plano del círculo que forma la circunferencia de la extremidad del cilindro, esta punta queda como nula; y no produce efecto alguno.

Experimento. Coloqué una bola de metal no aislada á $1\frac{1}{2}$ pulgada de distancia de un conductor electrizado y redondeado en todas sus partes; y tal fué la fuerza de la *Electricidad*, que las chispas se sucediéron con bastante rapidez. (Esta distancia debe variar segun la intensidad de la fuerza actual de la *Electricidad*; y debe ser tal, que si fuera algo mayor, las chispas no saltarian.) Despues presenté á este conductor, á 10 ó 12 pulgadas de distancia, una punta muy fina, la de una aguja de coser; é inmediatamente dexáron de verse las chispas. Presenté otra á la misma distancia, de suerte que habia dos á un tiempo; y volviéron á aparecer las chispas. ¿Acaso se destruyéron mutuamente las virtudes de estas puntas? ¿Lo que una sola puede hacer, no debia producirse mas bien por dos que obran juntamente? Si estas puntas tienen una fuerza real (como pa-

rece lo prueba la experiencia), ¿no deberian ayudarse, en lugar de perjudicarse? A estas dos puntas, en cuya presencia continuaban saltando las chispas, añadí la tercera; y en el momento cesáron las chispas. (Este efecto no es constante: algunas veces me faltó; pero las mas salió bien.) ¿Dependeria esto del número impar? Muy dificil es resolver todas estas qüestiones.

Aunque ignorémos la causa del *poder de las puntas*, no por esto dexa de ser cierto; y yo soy de parecer con *Francklin*, á quien se le ocurrió primero, que una punta, elevada sobre un edificio, y comunicando con la tierra húmeda ó con el agua, puede disminuir no poco el efecto del rayo, y por lo mismo se llaman estas puntas *para-rayos*. Mas atendidos los hechos que acabo de citar, aconsejaria siempre en igual caso, que solo se elevase una punta, y no muchas en un edificio; tanto mas, quanto siempre he observado que los conductores que únicamente presentan una punta fina *g*, ó *h* (*fig.* 21) al globo ó disco que los electriza, reciben mas virtud, que los que les presentan una parte ancha, ó armada de muchas puntas.

El fluido eléctrico siempre sale del cuerpo electrizado al ayre, baxo la forma de penachos compuestos de rayos divergentes. Muchas veces sucede que estos penachos se vuelven luminosos, inflamándose; pero esto solo acontece quando los rayos de las materias efluente y afluente tienen bastante actividad, y una velocidad respectiva bastante grande para que el choque de unos contra otros pueda inflamarlos; pues no hay duda que esta inflamacion es efecto del choque. La prueba de ello es, que si una barra de hierro, por exemplo, es demasiado poco eléctrica para poder presentar en su extremidad ó ángulos estos penachos luminosos, no dexarán de producirse con solo presentarle la palma de la mano, ó qualquiera otro cuerpo an-eléctrico, *mas permeable á la materia eléctrica*, que el ayre que le rodea, y mas capaz de suministrarle una gran cantidad de materia afluente; porque entonces hallando

do la materia efluente de la barra electrizada menos resistencia á penetrar este cuerpo, de la que encuentra á pasar al ayre, se dirigirá á él con preferencia á qualquiera otro lugar, y tomará mayor actividad y ligereza; y la materia afluente que acudirá allí en mas cantidad, y cuya velocidad absoluta habrá crecido, aumentará tambien la velocidad respectiva de ambas; de suerte, que el choque de la primera contra la última será bastante fuerte para inflamarla.

Estos penachos inflamados siempre se componen de rayos divergentes entre sí quando pasan al ayre; lo qual se debe á la resistencia que experimenta de parte de este fluido la materia eléctrica que sale del cuerpo, de qualquiera modo que se haya vuelto eléctrico; pues siendo el ayre idio-eléctrico, se dexa penetrar con mucha dificultad por la materia eléctrica. Así es, que quando llegan estos penachos á un lugar vacío de ayre, no se verifica divergencia, como lo probamos mas arriba. (*Véase* DIVERGENCIA ELECTRICA.) Todavia puede darse otra prueba no menos decisiva, y es la siguiente: digo que el penacho que sale de la extremidad de un conductor electrizado, experimenta de parte del ayre, tal resistencia, que este conductor retrocederia, si fuera tan leve, que por otra parte pudiese moverse; como le sucede á un cañon por la resistencia que opone á la materia inflamada que de él sale, y que le hiere antes que pueda ceder. Supongamos, pues, al conductor bastante ligero y móvil: tómese una aguja con corta diferencia semejante á la de una brúxula, y suspéndase del mismo modo; pero cuyas dos extremidades esten encorvadas horizontalmente en sentidos contrarios. Si se electriza esta aguja, adaptando, por exemplo, su exe al conductor, en cada uno de sus extremos aparecerá un penacho luminoso, que herirá al ayre antes que pueda ceder; lo que obligará á que cada extremidad retroceda: pero como la aguja está suspendida por en medio, tomará un movimiento de rotacion bastante vivo para que los dos pe-

nachos presenten un círculo entero de luz; del mismo modo que se ve una faxa de luz haciendo girar una ascua con cierto grado de velocidad: es así, que este movimiento de rotacion, impreso en la aguja, solo puede provenir de la resistencia que opone el ayre á los rayos efluentes de la aguja; luego &c.

Quando se arrima mucho á un cuerpo electrizado otro cuerpo an-eléctrico, salta una chispa entre los dos; esto es, que si á un cuerpo electrizado por rozamiento ó comunicacion, se presenta otro de la naturaleza de los que son susceptibles de electrizarse por *comunicacion*, como algun metal, un cuerpo húmedo, un ente vivo &c., salta entre estos dos un chorro brillante de fuego, al que se ha dado el nombre de *chispa*, que se produce por la inflamacion repentina del fluido eléctrico; y esta inflamacion es efecto del choque y colision mutua de los rayos de la *materia efluente que sale del cuerpo electrizado*, con los de *la materia afluente suministrada por el cuerpo an-eléctrico presentado*. La prueba de esto es, que si se presenta al cuerpo electrizado uno de los cuerpos idio-eléctricos, como lacre, vidrio &c., que solo suministran muy poca ó ninguna materia afluente, no se advertirá entre estos dos cuerpos ninguna chispa; porque entonces faltará una de las dos corrientes de este fluido necesarias para la inflamacion.

Estas chispas causan un dolor mas ó menos fuerte á los seres animados que contribuyen á hacer que salten; cuyo dolor proviene de que las dos corrientes de materias efluente y afluente, al encontrarse y chocarse, se causan mutuamente un movimiento retrógrado, que hace que una parte de ellas entre en los cuerpos de que ha salido; pero esta materia entra ya dilatada por la inflamacion, lo qual extiende las partes, y causa el dolor que se siente. Esto es tan cierto, que, si las dos personas que hacen el experimento tienen cada una un huevo crudo en la mano, y hacen saltar la chispa entre los dos, en el momento que se ve-

verifica la chispa, ambos huevos se vuelven interiormente del todo luminosos.

Este movimiento retrógrado, de que acabamos de hablar, proporciona al Físico el poder *multiplicar* á su arbitrio *estas chispas por una serie de conductores no contiguos*; porque quando salta una chispa *h* (*Lám. XCVII, fig.* 4) entre el primer conductor *A B*, y el pequeño conductor *H*, el fluido eléctrico, retrogradando, vuelve á entrar en *H*, y va á producir otra chispa en *i*; despues en *k*, en *l* &c., en una palabra, en todos los lugares en que no se tocan los conductores, con tal que no sea muy grande el intervalo que los separa; pues cada uno de estos pequeños conductores, *H*, *I*, *K*, *L*, suministra materia afluente, que va á chocar con la efluente del conductor que le precede, de cuyo choque resulta la chispa.

Segun estos principios se han construido quadros eléctricos que representan pequeñas iluminaciones; para lo qual se toma un pedazo ó quadrado de un vidrio algo grueso, sobre el que se encolan quadritos de las hojitas de estaño que se ponen debaxo de los espejos. Es preciso cuidar, al colocar estos quadritos, de oponerlos diagonalmente entre sí, como se ve en la *fig.* 24 de la *Lám. XCVI*, y colocarlos muy cerca unos de otros; pero sin que se toquen. Deben añadirse tambien dos tiras de las mismas hojas de estaño; la una *A* para sacar la chispa del conductor electrizado, y la otra *B* para establecer comunicacion con la mano del que opera. Inmediatamente que se saca una chispa con la tira *A*, saltan tantas quantos intervalos hay que separan á los quadritos. Sabido es que el fluido eléctrico sigue á los conductores, no solo en líneas rectas, mas tambien en toda especie de direcciones, ya sean estas curvas, ya formen entre sí qualesquiera ángulos: luego por medio de estos quadros se pueden representar los dibuxos que se quiera; bien que es preciso tener presente, quando se trata de figuras cerradas, como un circulo, un quadrado, una estrella (*fig.* 25), y general-

ralmente hablando de toda linea que entra en sí, que las piececitas de metal, que dibuxan el quadro, formen juntas un conductor; y la experiencia enseña, que un conductor doblado no saca chispa de sí mismo: luego, para formar de luz el dibuxo de toda la figura, es preciso que este dibuxo solo forme una linea, doblada quantas veces se quiera, una extremidad de la qual saque la chispa del conductor electrizado, y la otra extremidad comunique con la mano del que hace el experimento. Y así, para representar, por exemplo, una estrella, se colocará una parte *C D E F G H I K L M N* sobre una de las caras del vidrio, y la otra parte *O P C* sobre la otra cara, que supongo ser la inferior. Despues se añadirá sobre la cara superior la pieza *A C*, que servirá para sacar la chispa, y la pieza de comunicacion *N O*, que doblándose sobre la otra cara, irá á comunicar con la parte *O P C* de la figura, cuya parte comunicará tambien con la mano por la pieza *C B* colocada sobre la cara inferior. Con estas disposiciones llegará el fuego eléctrico desde el conductor á la mano pasando por todos los dobleces de la figura; y la transparencia del vidrio permitirá que se vea la figura entera, sin embargo de que solo una parte de ella se halle dibuxada sobre cada cara.

La chispa que salta entre dos cuerpos, es capaz de inflamar materias combustibles. Ya hemos dicho, *que la materia eléctrica es la misma que la del calor*: luego siempre que esta se inflama, puede abrasar los cuerpos que pueden encenderse; porque penetrándolos y separando sus partes, las dispone á combinarse con el oxîgeno; en cuya combinacion consiste el incendio. Mas para que este se verifique, es necesario que salte la chispa, lo que no puede suceder, si el uno de los dos cuerpos, entre los que debe saltar, es idio-eléctrico, y no se ha frotado: por exemplo, si se quiere inflamar espíritu de vino, teniéndole en una cuchara de vidrio, ó presentándole un cañuto de lacre, ni habrá chispa, ni incendio.

Quan-

Quando se electriza fuertemente por comunicacion un cuerpo idio-eléctrico, que por una parte toca al conductor aislado por el que se electriza, y por otra, á una persona que vaya á sacar la chispa de este conductor, la persona experimenta en el instante una violenta conmocion; llámase esto el *Experimento de Leyden.* Habiendo visto ya cómo se explica este segun *Francklin* y *Epino*, nos queda que exâminar la explicacion que da *Nollet* de dicha conmocion, para lo qual (*Véase* EXPERIMENTO DE LEYDEN.)

Parece que el fluido eléctrico trae consigo algun ácido, ó, á lo menos, que se forma mientras está en accion; pues hace que cristalicen los álkalis.

EXPERIMENTO. Póngase un poco de álkali líquido en una botella; menéesela en todos sentidos á fin de bañar con él sus paredes interiores; sumérjase en ella un hilo de metal que comunique con el principal conductor; y electrícese esta botella durante cinco ó seis horas: pasados algunos dias se hallará esta sal cristalizada en hermosas agujas de siete á ocho líneas de largo.

Tambien parece que hay una verdadera analogía entre el fluido eléctrico y el magnético; pues el primero magnetiza al hierro y acero, como el segundo.

EXPERIMENTO. Dispóngase de modo que una aguja de brúxula, que jamas se haya magnetizado, forme parte de las piezas que sirven de comunicacion entre las superficies exterior é interior de la botella de Leyden. Inmediatamente que por medio de estas piezas de comunicacion se haya hecho saltar la chispa, y haya pasado la conmocion desde un extremo al otro de la aguja, se hallará esta magnetizada; tendrá polos, como se comprueba colocándola sobre una pua; pues se dirigirá como las demas agujas de brúxula; atraerá ó repelerá á otra, segun se le presente por el polo del mismo ó de diferente nombre. Para magnetizar una aguja semejante, basta electrizarla al modo de un conductor: tengo varias de esta especie, que ja-

jamas se han magnetizado de otro modo.

Así como se han inventado *Termómetros* para señalar los diferentes grados de calor de los cuerpos, se han hallado igualmente *Electrómetros*, para indicar los grados de la virtud eléctrica. (*Véase* ELECTROMETRO.) (*Véase tambien* ELECTROFORO.)

En el dia ya no queda duda en que á la causa que produce los efectos del trueno se deben tambien los fenómenos eléctricos; porque es tal la semejanza que se advierte entre ellos (exceptuando la magnitud), que no puede menos de creerse que el mismo trueno es una gran *Electricidad*, que se excita naturalmente, y que reyna, á lo menos en ciertos tiempos, en una parte de la atmósfera terrestre. Digo *á lo menos en ciertos tiempos*, porque estoy muy inclinado á creer que reyna continuamente, aunque las mas veces de un modo demasiado débil para que la podamos advertir, á no ser que la exciten con mas fuerza algunas circunstancias favorables. (*Véase* TRUENO.)

Las auroras boreales parece no son otra cosa que fenómenos eléctricos, pues la mayor parte de los Físicos modernos creen que la aurora boreal se produce por la inflamacion de la materia eléctrica, que segun todos se halla en gran cantidad en los cuerpos, aun en el ayre, y que es capaz de inflamarse al menor choque. ¿Pero se fundan? He aquí lo que no me atrevo á decidir, sin embargo de que me inclino mucho á su opinion. (*Véase* AURORA BOREAL.)

Las mangas de agua, esos fenómenos tan asombrosos y terribles, que se advierten en la mar, y algunas veces en tierra, se atribuyen tambien á la *Electricidad*, como puede verse en el *Artículo* MANGA DE AGUA.

ELECTRICIDAD. (*Comunicacion de*) (*Véase* COMUNICACION DE ELECTRICIDAD.)

* ELECTRICIDAD DEL AGUA POR FROTACION. La frotacion ó rozamiento se considera de dos modos en la Física; como obstáculo á la movilidad de las máquinas, y como un

un medio de llamar el calórico y el fluido eléctrico á un cuerpo dado; pero aquí únicamente exâminarémos esta última propiedad. Hasta el dia se habia creido que solo el hierro gozaba de la facultad de cargarse, por la percusion ó frotacion, de calórico, fluido eléctrico, y aun del magnético, sea ó no diferente de los dos primeros; pero ya puede establecerse por principio, que quando hay frotacion, siempre se verifica acumulacion de fluido eléctrico sin exceptuar cuerpo alguno.

En la clase de los cuerpos conductores solo quedaba el agua, en la que ningun Físico habia observado que dicho fluido era atraido por frotacion, sin embargo de que debe ser el poderoso agente que modifica todos los fenómenos químicos y meteóricos que dependen de la materia eléctrica.

Aunque he variado de mil modos los medios por los que podria vibrarse el agua, siempre ha producido su principal efecto quando se la cargó de *Electricidad* con los aparatos ordinarios; mas nunca he podido sacar chispas, ni volverla luminosa.

El primer medio que empleé para electrizar el agua fué el trasiego; y para conocer si despues de trasegada habia adquirido fluido eléctrico, hice nadar en ella un fragmento de lacre; presenté encima de este un cuerpo metálico (el plomo produce mas efecto que ningun otro metal), y el fragmento se movió notablemente.

Substituí con felicidad al trasiego la frotacion con una cadena metálica, sumergiéndola repetidas veces en el agua que queria electrizar; pero es preciso que esta cadena pueda agitar á la mayor parte del agua contenida en el vaso que se emplea para el experimento, previniendo que una cadena de eslabones grandes no es á propósito para el caso, pues se debe cuidar de multiplicar los extremos de cadena á proporcion del volúmen de agua que se ha de electrizar. Tambien puede hacerse un frotador de una lámina ó chapa de metal de la magnitud de la abertura del vaso,

atando á ella varias cadenas de algunos centímetros (*Véase* Pesos y Medidas) mas largas que la abertura del vaso; ó con un atadito de cadenas que casi llene el vaso, cuya profundidad no debe ser mayor que el doble de su anchura, á fin de que la cadena pueda causar en el agua un movimiento que la electrice bien, cuidando de que la cadena esté seca y fria; pues hallándose mojada por alguna electrizacion reciente, casi no comunica fluido alguno á una agua no eléctrica, la que tambien se electriza soplando con fuerza encima de su superficie, ya sea dulce, ya salada. Finalmente, el agua es tan susceptible de contraer la virtud eléctrica por medio del movimiento, que es indispensable operar con suma precaucion para evitar el menor sacudimiento en el vaso que la contiene; porque este solo basta muchas veces para llamar al fluido eléctrico.

Frotada el agua con una cadena, es preciso dexarla reposar para que su movimiento no pueda perjudicar al efecto del fluido eléctrico; y pasados algunos minutos despues de la frotacion, quando ya han cesado las undulaciones, es mas notable la *Electricidad*, porque mientras no se ha suspendido el movimiento del agua, sigue la electrizacion; y aun entonces se acumula el fluido, porque ya no se puede neutralizar por el frotador. Este aparato se parece mucho á un electróforo, siendo probable que la cadena que hace las funciones de frotador, atendido el modo con que comunica con el receptáculo comun, atrae ó repele á este fluido: aun no he podido experimentar todas las combinaciones que permite este género de electrizacion.

El agua se electriza en toda especie de vasos por medio de la frotacion; pero particularmente en los de porcelana: quando se hace la electrizacion en vasos que aislan, es mas segura y enérgica, guarneciendo de un círculo metálico su superficie exterior, ó mas bien envolviéndolos en una guarnicion semejante á la de las botellas de Leyden; y aun es probable que el agua contenida en un vaso que aisla no se puede electrizar, á no ser que el vaso se halle

con

con una guarnicion conductriz; sin embargo de lo qual he electrizado no pocas veces agua contenida en un vaso de vidrio sin guarnecer, bien que esto sucedió en tiempo lluvioso en que la atmósfera estaba muy cargada de vapores áqüeos, cuyo tiempo es el que mas favorece á esta especie de electrizaciones, porque tocando á la superficie exterior del vidrio los vapores ambientes, le sirven de guarnicion. La razon de esto es porque el fluido eléctrico abandona á la guarnicion, y al vapor una parte de sí mismo, que con dificultad puede abrirse camino por entre el vidrio, dexando pasar otra parte que le penetra con facilidad, y se mezcla con el agua prontamente: fúndase esta opinion en que el vidrio es impermeable al fluido eléctrico, quando no se ha dividido. Aunque los vapores áqüeos y las puntas trasiegan con mas fuerza el fluido eléctrico, sin embargo la frotacion da al cuerpo en que se exerce, especies de fluidos eléctricos que sobre un cuerpo suelen resistir á las puntas y á los vapores áqüeos, mayormente quando la operacion se hace sobre el agua. Mas ¿cómo se probará que esta especie de materia que desenvuelve la frotacion en el agua es fluido eléctrico? con los experimentos siguientes.

Haciendo que el agua contenida en un vaso, que aisla, ó aislado sobre el que nada un fragmento de lacre, comunique con el conductor de una máquina eléctrica, el agua se electrizará al mismo tiempo que el conductor, poniendo á la máquina en accion; y para cerciorarse de la electrizacion del agua, basta presentar un cuerpo á algunas líneas de distancia del fragmento, pues se moverá. Tambien se electriza el agua haciéndola comunicar con la superficie exterior de una botella de Leyden, mientras se la carga, lo qual se conoce por el movimiento que experimenta el fragmento quando se le presenta un cuerpo qualquiera. Con esta electrizacion, el fluido transmitido al agua no adhiere á ella mucho tiempo, ni con fuerza; desaparece casi del todo sacando una sola chispa, como le sucede á un conductor de una máquina eléctrica; al paso que

 el

el agua agitada ó frotada por medio de una cadena sumergida repetidas veces, se electriza de un modo duradero, como el vidrio y las resinas frotadas ó golpeadas. El agua conserva tambien su fluido mucho mas tiempo que estas dos substancias, pues todavia da señales de *Electricidad* algunos dias despues de la electrizacion, en ciertos estados de la atmósfera.

Veamos quanto han escrito con mayor solidez sobre la electrizacion del agua por frotacion algunos Autores de mérito; porque quando son cortos los conocimientos que se tienen sobre las causas de un fenómeno, es indispensable confrontarlos con las luces que pueden aclarar su explicacion, y clasificar todas las observaciones, aunque pocas, á falta de teoría, ya para que se sepa lo que ha influido cada Escritor en el descubrimiento de la verdad, ya para reunir en un solo quadro lo que puede facilitar las investigaciones de los que traten el mismo asunto despues.

La séptima Carta de *Nollet* á *Francklin*, *pág. 176*, acredita que el primero de estos dos Sabios no fué mas sagaz quando trató de la electrizacion del agua por frotacion, que en los demas fenómenos eléctricos, quizá porque tenia mucha viveza, pero no tanto ingenio.

Sigaud de la Fond, en su Diccionario, resume muy bien el trabajo de *Leroy* sobre los fuegos que se ven brillar en el Mediterráneo. Extractaré su Artículo.

„ La contemplacion de las aguas del mar nos presenta tambien un fenómeno digno de la atencion de los Físicos; á saber, esa luz viva, que se advierte de noche, quando estan agitadas: igualmente se ha observado que en ciertos tiempos y mares no se necesita la agitacion del agua, pues se ven en la superficie de ella puntos que se conservan bastante tiempo."

Estas excepciones no vienen apoyadas, ni tampoco las circunstancias que las acompañan; porque solo se indican, y náda prueban contra la necesidad de la frotacion para producir estos fuegos.

„ Los

„Los Físicos todavia no estan acordes, sigue Sigaud, acerca de este fenómeno. *Vianelli*, *Nollet* y otros muchos pretendiéron que dicha luz, por viva y abundante que fuese, se producia por insectos (gusanos de luz), cuya descripcion diéron habiendo grabado su figura. Pero en caso de que esta opinion tenga algun fundamento, no lo hay para creer que el fenómeno depende solo de los insectos, los que en algunos lugares pueden contribuir al aumento de la intensidad del fenómeno, como se advierte en las Maldivas, y en las inmediaciones de la costa de Malabar; pero la principal causa de esta luz proviene de un betun fosfórico que arde en la superficie del agua, y que despide tanta mas luz, quanto el agua está mas agitada. Véase la Memoria de *Leroy* entre las presentadas á la Academia de Paris.

„En efecto, ¿cómo se puede concebir, observa *Leroy*, que la proa de un navio hará aparecer siempre menos insectos de luz, quando ande poco, que quando navegue viento en popa? ¿Cómo es que estos animálculos encerrados en un vaso con agua del mar, ó colocados dentro de un pañuelo tupido, muy extendido y empapado de esta agua, por lo regular solo lucen quando se agita el agua, ó quando se dan golpes al pañuelo?"

Leroy reconoce la absoluta necesidad de la frotacion para producir los fuegos en el agua del mar; la que ¿conviene acaso mejor para la inflamacion del fósforo, que para el desprendimiento del fluido eléctrico? no por cierto. Las substancias fosfóricas frotadas en el agua se inflaman con mas dificultad, que expuestas secamente y en reposo al contacto del oxîgeno: el fósforo triturado con agua, de necesidad se inflama menos, porque la humedad impide el contacto del oxîgeno de que necesita para su combustion; al paso que el fluido eléctrico con sola la frotacion, en el agua, fuera, y aun en el vacío, brilla en la obscuridad.

Las mismas circunstancias concurren para que reluzca el agua del mar, que para que todos los cuerpos eléctricos acu-

acumulen este fluido ; á saber, el rozamiento , ó la percusion : es imposible desconocer dicho fluido en tales fuegos, sin esclavizar á la razon.

„ Ademas , continúa *Sigaud* siguiendo á *Leroy*, el agua del mar expuesta al ayre libre , pierde en uno ó dos dias la propiedad de lucir , y aun en un instante, si se la pone al fuego , sin que llegue á hervir ; cuya propiedad se conserva mas tiempo poniéndola en vasijas cerradas : en ciertos dias produce mucho mas fuego, quando algunas veces apenas da la menor chispa."

Aquí es perfecta la paridad de los caracteres de la especie de *Electricidad* que consigo por el rozamiento del agua , con el pretendido fosforísmo de las aguas del mar, exceptuando solo las chispas. El agua frotada en mis experimentos, expuesta al ayre libre , pierde en uno ó dos dias la virtud de hacer que se mueva el fragmento de lacre por medio de los cuerpos que se le arriman, como pierde la del mar la de centellear ; y aun la pierde en un instante , como la del mar , quando se la pone al fuego sin que llegue á hervir. La propiedad eléctrica del agua frotada se conserva igualmente algo mas tiempo en los vasos cerrados , del mismo modo que la virtud de brillar de la del mar. El agua frotada , como tambien la del mar , en ciertos dias produce mas efecto ; pues apenas suele dar en otros la menor señal de electrizacion ; pero en quanto al agua frotada , sucede en los tiempos muy secos precisamente la inversa de la electrizacion del vidrio y de las resinas, que en estos tiempos se electrizan mucho mas enérgicamente que en qualquiera otro. Entre todos estos caracteres , solo el de conservar mas tiempo su virtud en los vasos cerrados , puede convenir al fósforo ; porque este , expuesto al ayre libre , se consumiria en pocas horas , y no perderia la propiedad de arder calentándolo , sino que arderia con mayor rapidez , y por consiguiente brillaria mucho mas. La desaparicion repentina de una substancia fosfórica no puede verificarse sin manifestarse á la vista, pues quan-

quanto mas pronta es, tanto mas activa se presenta la combustion, y por lo mismo mas vivo debe ser el resplandor: finalmente ningun estado de la atmósfera le impediria arder.

Volvamos al análisis de *Sigaud*. „Mezclando en la obscuridad un poco de espíritu de vino con agua recien sacada del mar, y puesta en una botella, observó *Leroy*, que esta mezcla da mayor cantidad de chispas, que por lo regular duran mas, que quando solo se producen por la agitacion. Mezclando un gran número de otros diferentes licores ácidos, alkalinos &c. con agua del mar se consiguen chispas; pero ninguno de estos licores manifiesta tantas como el espíritu de vino: despues de las chispas que excitan estas mezclas, ya no pueden conseguirse otras en modo alguno."

La mezcla sola de un licor con agua basta para electrizarla, con tal que este licor no sea mucilaginoso. Puede muy bien suceder, no lo dudo, que el movimiento ocasionado en el agua por la mezcla de los licores mucilaginosos, la electrice tan bien, como la mezcla de los demas licores; pero su viscosidad, que los hace adherir á los cuerpos á que tocan, impide la movilidad del fragmento. El espíritu de vino se electriza con mas energía que el agua; con lo que se ve siempre la misma analogía entre mis observaciones sobre la *Electricidad*, y las de *Leroy* para demostrar su substancia fosfórica.

Despues de la mezcla cesan las chispas en el agua del mar; porque disolviendo el alkool á la materia bituminosa contenida en el agua del mar, dexa de ser á propósito, despues de su disolucion, para la electrizacion resinosa.

En la electrizacion por frotacion consigo un resultado contrario, porque la mezcla despues de haber perdido su virtud eléctrica, la vuelve á adquirir muy fácilmente y con mucha fuerza por la agitacion; cuya diferencia proviene de que el agua del mar se electriza de otro modo que la dulce. En la primera hay una substan-

tancia resinosa que atrae por frotacion al rayo eléctrico resinoso; y la segunda privada de dicha materia atrae por el mismo medio otra especie de rayo eléctrico, al que llamo rayo vital: es evidente que quando el alkool ha destruido á la materia resinosa en el agua del mar, ya no puede ser atraido por esta el rayo resinoso; pero como el alkool no tiene la propiedad de disolver el agua, ó, lo que es lo mismo, de mudar su naturaleza, no perjudica, mezclado con ella, á la facultad que esta tiene de cargarse por la frotacion, del rayo vital.

„*Leroy*, dice *Sigaud*, infiere de estos experimentos interesantes, que este fenómeno general que se observa en todas las estaciones, y verosímilmente en todos los paises, debe atribuirse á una materia fosfórica que arde, y se destruye quando despide luz, y que por consiguiente se consume y regenera continuamente en el mar; que esta materia que se dirige naturalmente á la superficie del agua, es de tal naturaleza, que el contacto de una grandísima cantidad de licor la hace arder; pero que solo se encienden las partes de esta materia; finalmente, que no pasando esta materia por el filtro, resulta que solo está suspendida en el agua del mar, y que por consiguiente es de una naturaleza aceytosa ó bituminosa."

¿Pero cómo es que únicamente se inflama esta materia por la frotacion? porque solo por esta accion puede superabundar en qualquiera cuerpo el fluido eléctrico. Y ¿por qué haria este movimiento que solo ardiesen las partes propias del betun, sin comunicar su llama á las materias mas combustibles que lo pueden hacer con tanta actividad? porque estos fuegos no son fosfóricos, y sí eléctricos; pues los de esta naturaleza necesitan de una gran intensidad, y de las circunstancias particulares para propagar la llama. La combustion y la regeneracion contínuas del fósforo en el agua de la mar, ademas de que presentan dos efectos contradictorios, no ofrecen señal alguna de su orígen.

Si-

Sigaud acaba su Artículo del modo siguiente. „Una observacion del P. *Bourzeis* todavía persuade mas, que la qualidad luminosa de las olas del mar se deberá su betun; pues dice haber observado que en algunos lugares del Océano, era el agua tan untuosa, que mojando en ella un lienzo, se le sacaba pegajoso, y que, agitándolo con rapidez en esta agua, despedia un gran resplandor: tambien observa que el navío dexaba un sulco tanto mas luminoso, quanto mas crasa era el agua. En fin, parece, segun *Leroy*, que el espíritu de vino solo es tan propio para extraer la substancia fosfórica de las aguas del mar, porque el ácido del betun de estas mismas aguas está sumamente desprendido."

La observacion del P. *Bourzeis*, lejos de probar que los fuegos de la mar sean fosfóricos, al contrario, destruye esta opinion, porque el fósforo no puede arder baxo del agua; pues para ello es preciso que esté en contacto con el oxîgeno, cuya condicion es rigurosa. Todos los que conservan fósforo no emplean otros medios para impedir su combustion, que el de mantenerle en el agua.

Ya he manifestado que las substancias resinosas se electrizan con fuerza por la agitacion del agua, y por lo mismo no deberá extrañarse que el sulco del navío en las partes del mar, en que se hallan muchas substancias de esta naturaleza, se señale con materia de fuego. El espíritu de vino no es tan propio, segun *Leroy*, para extraer la substancia fosfórica de las aguas del mar, sino en quanto el ácido del betun de estas aguas está muy desprendido; en lo que se engaña altamente. Si el ácido del betun estuviera desprendido, ya no habria combustion, y por consiguiente, atendido su sistêma, no se veria luz alguna. Todos los Químicos saben en el dia que la combustion del fósforo no es mas que la combinacion de esta substancia con el oxîgeno; y que de la combinacion del oxîgeno con el fósforo resulta el ácido

fosfórico: luego el ácido no produce la combustion, sino que es un resultado de ella. No hay duda alguna en que dichos fuegos se deben ó al fósforo ó al fluido eléctrico; habiendo demostrado los mismos observadores que los tenian por fosfóricos, que no pudiendo pertenecer á esta clase de fenómeno, deben colocarse en la de los fuegos eléctricos.

Valmont de Bomare en el Artículo *Mar luminosa* de su *Diccionario de Historia Natural* reune las mejores observaciones que se han hecho sobre la materia. Veamos como se explica.

„Mar luminosa, *noctulica marina*. Es un fenómeno de los mas brillantes, y comun en ciertos mares: la proa de un navío que navega hace borbotar las aguas, y parece que las inflama en las tinieblas mas densas de la noche, de modo que el barco camina en medio de un círculo luminoso, del que se escapa adentro del sulco un largo chorro de luz. La mar es mucho mas luminosa en las inmediaciones de las islas *Maldivas* y de la costa de Malabar, que en qualquiera otra parte del Océano; por cuya razon *Godeheu*, hallándose en estos parages, se aprovechó de la ocasion para observar la verdadera causa de este brillante resplandor, segun lo describió por menor en una Memoria impresa, en el tercer tomo de las presentadas á la Academia. El mar, *cuya superficie estaba agitada débilmente, le pareció cubierto de estrellitas; y cada lámina que se quebraba, esparcia una luz muy viva*, y semejante por el color á la de una tela de plata electrizada en la obscuridad; *el sulco del navío era de un blanco subido y luminoso*, sembrado de puntos brillantes y azulados. Sus repetidas observaciones le enseñáron que el mar, en los lugares en que era mas luminoso, estaba sembrado de animálculos vivos, no solo luminosos, sino que despedian de su cuerpo un licor aceytoso que nadaba sobre el agua, y que esparcia este resplandor vivo y azulado. Estos animalillos solo se divisan al auxîlio de

de una lente fuerte, y el licor que despiden permanece sobre el filtro por el que se pasa el agua del mar, que por lo mismo queda privada de toda luz; observacion que se conforma con la opinion de *Vianelli*, *Griselini* y *Nollet*, que atribuian esta luz á insectos luminosos; y no se opone á la Memoria de *Leroy*, que la deducia de una materia fosfórica aceytosa, á la que puede poner en movimiento y encender el ayre ó qualesquiera licores, como el espíritu de vino vertido sobre una corta cantidad de agua del mar reciente y contenida en una botella. Los aceytes de muchos pescados, como el *bonito*, por exemplo, *parece tienen la propiedad de ser luminosos, mayormente quando se les agita.*

„Añadiré á estos exemplos y citas el brillante fenómeno que observé el 19 de Julio de 1762, con el Señor Ortiz, Español, que viajaba conmigo, hallándonos en el puerto de Ceta en el Langüedoc. Fuimos á la costa á las diez de la tarde, y habiéndonos desnudado, nos bañámos, llegándonos el agua hasta el cuello, quando no pudimos menos de observar el fenómeno que sigue: *Nos parecia que todas las láminas de agua centelleaban á medida que las quebrábamos nadando: froté mis manos y muslos fuera del agua, y tambien saqué especies de chispas; meneé con fuerza los cabellos de Ortiz, que en el momento pareciéron como otros tantos cepillos luminosos.* Mandé se desnudase mi criado, y que tambien se frotase antes de entrar en el mar, pero no pudo producir en su cuerpo el mismo efecto que advertia en mí: pensé en tirarle del brazo; ¡mas quál fué mi sorpresa y nuestra admiracion al ver la imágen de mi mano mojada, enteramente dibuxada en su brazo, como si la hubiese impreso un lápiz fosfórico! Finalmente entró en el agua, y le hice nadar para exâminarle á mi gusto: qualquiera hubiera dicho que era un hombre de fuego que forcejaba en el agua; despues tomamos arena y ova ó alga en el fondo del mar, y *habiéndolas frotado, tam-*

bien parecieron cargadas de partículas fosfóricas. No tardó el mar en presentársenos mas luminoso todavía, de modo que á primera vista hubiera dicho qualquiera que las estrellas fixas reflectaban continuamente sus brillantes imágenes en dicho elemento. Impaciente, y lleno de curiosidad de exâminar con mas atencion la causa y los objetos que centelleaban, sintiendo no tener un vaso para llenarlo de agua marina, tomé otro partido; sumergí un pañuelo blanco en el agua, y lo saqué todo cubierto como de estrellitas y puntos brillantes y azulados, que *parecia se quebrantaban, extendian con la frotacion, y formaban láminas luminosas.* Habiendo vuelto á la posada, mandé traer una luz; pero no pude distinguir en el pañuelo sino corpúsculos, cuya suma pequeñez y disminucion fosfórica los apartaba poco á poco de mi vista. Al dia siguiente muy de mañana, fuí á mojar en la mar otro pañuelo que doblé con mucho cuidado; y quando lo permitió la claridad del dia tomé mi lente (un microscopio hubiera sido mejor), y me pareció advertir en el lienzo del pañuelo, átomos informes, inmóviles y algo azules; baxé al sótano creyendo que allí relucirian mejor por la mayor obscuridad; pero todo este hermoso fenómeno ya se habia destruido; con lo que atribuí el efecto de tan singular espectáculo, unas veces á fuegos fosfóricos, y otras á gusanos marinos. Decimos que el cuerpo luminoso se debilita y dexa de menearse inmediatamente que ha salido del agua, del mismo modo que si se encierra agua del mar en una botella durante 24 horas, comienza el agua á corromperse, y no despide chispa alguna.

Navegando en 1766 en el Canal de la Mancha en un tiempo muy caliente en que amenazaba una gran tempestad, y en medio de la noche mas obscura, me admiró ver los fuegos que por todas partes centelleaban, se repetian, se mezclaban, y se confundian, para decirlo así, con los rayos que sulcaban el cielo y el horizonte,

te; con cuyo motivo me acordé de la observacion que habia hecho en el Mediterráneo, quando fué acometido el navío en que iba de una multitud de barcas. No puede figurarse cosa mas interesante ni mas agradable que el espectáculo que presenciaba; hallábame en una costa habitada por pescadores, á quienes precisaba la inmediacion de la tormenta á recoger sus barcas al puerto, las que parecia fluctuaban sobre olas en cierto modo inflamadas, y rodeadas *de largas láminas de fuego producidas á cada golpe de remo.* Hice sacar un cubo de agua del mar; tomé una taza; llenéla de la misma agua, dexando un tercio vacío; fuíme al pie del árbol del navío sobre puentes, para que me incomodasen menos los golpes de mar; cubríme todo el cuerpo, y principalmente la cabeza con dos capotes para interceptar toda comunicacion con la luz que reflectaban los rayos y la mar; y en este estado me pareció que el agua de la taza centelleaba; *eché en ella*, por casualidad, *algunas gotas de éter*, de que me valia, aunque sin fruto, para libertarme del maréo; *y quedé asombrado al ver que una multitud de cuerpos brillantes*, se movian y producian el mismo fenómeno que sucede quando se dexan caer limaduras de acero sobre el disco de una vela encendida: pero todo este brillante espectáculo solo duró un instante. *Rigaud* hizo tambien diferentes investigaciones, en 1763 y 1764, sobre la causa que hace al mar luminoso: este Físico individualizó en una Memoria leida en 1768 á la Academia de las Ciencias de París, el resultado de sus observaciones; y pretende que en las costas de Francia, desde la embocadura del Garona hasta Ostende, y aun en el Océano, desde Brest hasta las Antillas y Terranova, debe el mar la luz con que brilla, á una inmensa cantidad de pequeños pólipos, casi esféricos, con corta diferencia tan diáfanos como el agua, de cerca de un quarto de línea de diámetro, y de un solo brazo de un sexto de línea de longitud, poco mas ó menos, que mue-

mueven muy lentamente como su cuerpo. *Estos pólipos se vuelven luminosos en el momento en que se agita el agua del mar, ó quando se les acerca un insectillo.* Sacando agua de la superficie del mar estando luminosa, se pueden coger muchos de estos animalillos; y para verlos bien, dice *Rigaud*, debe llenarse de agua luminosa una garrafa de vidrio blanco y delgado, cuyo cuello sea estrecho; colocar despues el vaso en un plano sólido entre el ojo del observador y la luz de una ventana, y, si es de noche, entre el ojo y la luz de una vela: inmediatamente subirán los pólipos á la superficie del agua, y á las paredes interiores del vidrio; y entonces será fácil cogerlos con las barbas de una pluma en el cuello de la botella para arrimarlos al foco de un microscopio. De este modo consiguió *Rigaud* descubrir su figura, y dibuxarlos hasta poder distinguir sus movimientos; y para asegurarse de que estos pólipos son otros tantos focos luminosos que iluminan el agua en que nadan, basta filtrarla por un papel gris, en cuyo caso no da luz; al paso que los pólipos que quedan en los poros del filtro, *estruxados con el dedo, se vuelven al momento tan luminosos como el dedo.* Poniendo agua marina y luminosa en un vidrio de relox, y vertiendo en ella, en un lugar obscuro, algunas gotas de un vinagre fuerte, ó de un ácido mineral, ya vitriólico, ya nitroso, pero debilitado, *se ven moverse y brillar al instante con un resplandor muy vivo, tantos puntos fosfóricos*, quantos pólipos hay efectivamente; pero este resplandor es el último que de ellos se puede esperar, pues un momento despues se precipitan al fondo del vaso, en donde mueren privados de su luz: experimento que hecho en grande ha de producir un hermosísimo efecto. Dos dracmas de ácido nitroso produxéron el mismo fenómeno en el agua de una barrica de doscientas y quarenta pintas; igual resultado presentó el ácido vitriólico; pero el ácido marino obra con menos fuerza y prontitud, pues se necesitó una libra de vinagre para conseguir el mismo efecto que el de dos

dos dracmas de espíritu de nitro; el aceyte de tártaro y álkali volátil apagáron con mucha mayor dificultad la luz de estos insectos, que los ácidos minerales. *Rigaud* intentó en vano hacer que volviesen á aparecer los que los ácidos habian destruido, neutralizando los ácidos por los álkalis, aun antes que estos insectos hubiesen perdido su luz. En el estío y el otoño abundan mas estos pólipos, los que estan mas ágiles; siendo mas gruesos y luminosos todvía en la Zona tórrida que en la templada.

„*Bajon*, Médico de Cayena, hizo en su travesía desde Francia á esta Colonia, algunas observaciones sobre los cuerpos luminosos que en la mar brillan en la obscuridad, siendo esta luz fosfórica que forma chispas uno de los fenómenos que mas le llamáron la atencion. *Su viveza era en razon de la frotacion mas ó menos considerable, tanto á la superficie del agua, como entre las partes de la misma agua agitadas de varios modos.* Los movimientos violentos y bruscos son poco favorables para la formacion de las chispas, las que abundan mas y son mas vivas quando el movimiento es uniforme, y tambien suelen ser mas fuertes quando los movimientos se producen por cuerpos extraños, que entre las partes de la misma agua.

„Prescindiendo de estas chispas, en cierto tiempo solo se ven apariencias lácteas, otras veces especies de llamas mayores ó menores, y de formas bastante irregulares, que se producen en el interior del agua á dos y á mas de tres pies de profundidad. Esta clase de *llamas marinas* pueden compararse á los relámpagos que parten de una nube tempestuosa; sin embargo de que el color de su fuego es mas pálido que la luz de las chispas de que hemos hablado arriba, producidas por la frotacion, al paso que se observa que las llamas abundan mas estando la mar serena, *con un simple movimiento de undulacion*: es de advertir que el rozamiento del navío no produce ninguna. Bajon sospecha que las llamas pudieran muy bien

ser

ser efecto de los rozamientos que se executan en el interior del agua con el choque de las corrientes, cuyo curso es diametralmente opuesto; pues solo las observó despues de haber pasado el Trópico de Cáncer: y solo llegáron á ser numerosas hácia el 12°, 10° y 8° de latitud septentrional, *que es precisamente el lugar en que se han observado muy terribles corrientes.* Finalmente estos fuegos se multiplican á medida que se acerca uno á la Zona tórrida; pero disminuyen quando se halla fondo, aproxîmándose á tierra, y principalmente *en las embocaduras de los rios.*

„Este Físico pretende, que ademas de estos rozamientos interiores, todavía hay otros que dependen de la impulsion de la atmósfera en la superficie del agua; y que por otra parte únicamente puede moverse cierta masa de ella, la que exerce su presion contra la parte inferior.

„Atendido lo expuesto por *Bajon parece que la frotacion es la causa de estos fuegos*, y principalmente de las chispas que se observan en la superficie del mar, *pues en realidad solo se verifican en los lugares en que hay un rozamiento notable*, con especialidad siempre que se elevan las olas mas arriba de la superficie del agua, *se abren y deslizan sobre las inferiores, siendo las mas sensibles las del rededor del navío que forma un sulco rápido. Quando emigran columnas enteras de pescados*, aun de los de color obscuro, *nadando algo de priesa, presentan en la superficie del mar por donde pasan una luz brillante*, que parece se debe tambien al rozamiento. Habiendo *Bajon* exâminado de cerca estos puntos luminosos, su figura le pareció esferoide; tambien reconoció que la luz aumentaba á proporcion de su número; que muchos al parecer se elevaban mas arriba de la superficie del agua, y se perdian en la atmósfera: tambien hay algunos de estos puntos luminosos que comienzan á brillar en el interior del agua, corren cierto tiempo, y desaparecen antes de llegar á la superficie, ignorándose la causa de

las

las circunstancias que hacen variar con tanta extrañeza tales fuegos: ¿Dependen estos de la direccion de los vientos, y del estado de la atmósfera? pues se ha observado que los vientos del norte les son muy favorables, al paso que los tiempos húmedos y los vientos del Sur les son contrarios.

,,Estas son las noticias generales que refiere *Bajon* sobre esta materia luminosa que atribuyen algunos á ciertos animalillos; otros á una materia fosfórica, y varios Físicos, principalmente *Bajon*, á una materia que tiene analogía directa con la *Electricidad*; cuyas tres opiniones parecerán verosímiles á muchos de nuestros lectores. Al principio de este *Artículo* hemos expuesto la opinion apoyada en experimentos que demuestran que esta luz debe atribuirse á una clase de animálculos: las otras dos, aunque hipotéticas, á lo menos son muy ingeniosas. *Bajon*, como observador de juicio, y curioso, intentó algunas investigaciones particulares sobre el asunto, esto es, sobre las chispas y las llamas de que ha hecho mencion; darémos aquí su resultado. Habiendo dicho Físico sacado un cubo de agua del mar, reconoció que *entre todos los cuerpos de que se valió para producir en ella la frotacion, ya de un pedazo de madera, ya de la hoja de un cuchillo, ya de los dedos de la mano, ya del vidrio, los cuerpos metálicos eran los que causaban mas chispas.* Las partes animales dan menos que el hierro; pero mas que la madera; el vidrio casi no produce ninguna; *quando se agita el agua*, principalmente con la hoja de un cuchillo, en el momento *brillan un gran número de puntos roxos, que parece saltan de la hoja del cuchillo*, y al instante desaparecen, cuyo fenómeno disminuye y se disipa continuando los mismos rozamientos algun tiempo en la misma agua: pero si se la dexa reposar por un breve rato, *y se pasa en ella la hoja del cuchillo, volverán á verse las chispas*, bien que no tantas, y menos luminosas que quando se acaba de sacar el agua del mar.

Este mismo experimento repetido varias veces, presentó siempre el mismo espectáculo, y dió igual resultado: en fin, si se encierra agua del mar en una botella bien tapada, y se agita despues, aun con los excitadores arriba descriptos, no se advierte ninguna chispa; el agua, vaciada de la botella en un cubo, y expuesta por algunos minutos al ayre libre, agitada despues como antes, se vuelve luminosa y chispea."

Sea qual fuere el modo y las circunstancias con que se presentan los fuegos de las aguas del mar, siempre son efecto de una frotacion, lo qual indica que provienen de una misma materia, que no puede ser otra que el fluido eléctrico. Es cierto que parece que el fosforismo de los insectos y de las substancias bituminosas es la causa de los fenómenos luminosos que describen *Godeheu* y *Rigaud*; pero necesitan del rozamiento. No hay duda que el fósforo arde con mas actividad al ayre libre quando está dividido, y esparcido, porque se presenta al oxîgeno mayor número de puntos de contacto para saturarse de él; mas esta combinacion no puede verificarse del mismo modo en el agua, pues el rozamiento lejos de contribuir á que arda en ella, al contrario, quita al oxîgeno muchos puntos de contacto. Todavía no se ha observado que los insectos fosfóricos terrestres necesiten del rozamiento para lucir; y así, es probable que todos los fuegos de las aguas del mar, pertenecen á los fluidos eléctricos, aun los que se deben á los animales.

El cabello de *Ortiz* que centelleaba quando lo sacudia *Valmont*, presenta un efecto que manifiesta con evidencia el fluido eléctrico, pues el cabello por su propiedad *aislante* atrae con fuerza al fluido eléctrico, y con tanta mas fuerza, quanto los cuerpos inmediatos estan impregnados en abundancia de dicha materia: y he aquí precisamente la posicion en que se hallaba el cabello de *Ortiz*. Este y *Valmont* estaban cubiertos de una agua fuertemente eléctrica, y el fluido pasaba con rapidez adon-

de

de le llamaba el rozamiento, porque tenia mas tendencia hácia el cabello que hacia las demas especies de cuerpos que lo poseian; la aplicacion de la mano de *Valmont* sobre el cuerpo de su criado, y la imágen luminosa que en él dexó, tampoco es fosfórica; pues todos los observadores convienen en que una porcion de agua luminosa sacada del mar, dexa de brillar, ó lo hace con mucha debilidad: luego la imágen luminosa de la mano de *Valmont* proviene de la humedad, que la aplicacion de ella dexó en el cuerpo del criado; y esta agua frotada y preparada convenientemente por la Naturaleza, atraxo el fluido del cuerpo del criado de un modo que se manifestó con los fuegos. Si el agua luminosa sacada del gran receptáculo del mar dexa de lucir; ¿ cómo es que en esta circunstancia brilló con mas resplandor? porque los cuerpos vivos son muy eléctricos; pues no es fácil concebir por qué ha de brillar mas el fósforo sobre un cuerpo vivo, que sobre otros, quando la experiencia jamas ha enseñado diferencia alguna. Por otra parte los grandes conocimientos que tienen los Químicos acerca de esta substancia no presentan ningun medio de explicar la variedad de estas combustiones.

La observacion de *Valmont* en la Mancha, que, durante la tempestad, vé que la mar presenta los mismos fuegos que sulcan las nubes, apoya la demostracion de la identidad del fluido desprendido en el agua del mar por el rozamiento, con el fluido eléctrico; pues la materia de los relámpagos es el fluido eléctrico; y la comunicacion de las nubes con el agua del mar, ya por la lluvia, ya por el mismo contacto de las nubes en la borrasca, persuaden que los fuegos que á un tiempo brillan en los ayres y en las aguas, dependen de una misma causa.

Las observaciones del ingenioso *Bajon* nada dexan que desear para probar la identidad de los fuegos que arden en el mar por el rozamiento, con el fluido eléctrico. Ya hemos visto que el agua dulce frotada se im-

pregna de una especie de fluido eléctrico que no chispea ni brilla, luego no puede ser el mismo que luce en el mar. Pero sabemos que el agua jamas se frota sin atraer esta especie de fluido que no brilla solo; tambien sabemos que el agua del mar contiene grandísima cantidad de betun, que es de la naturaleza de las resinas, las que siempre se cargan por el rozamiento de una especie de fluido eléctrico. (La opinion de los Físicos es que se despojan del fluido que les es propio). Y así el agua del mar se electriza de diferente modo que la dulce; se apodera, como todos los líquidos aquosos, del fluido á que he llamado *rayo eléctrico vital*, y el betun junto con el agua del mar, por el rozamiento atrae el fluido eléctrico resinoso, en mi sentir, que expreso con el nombre de *rayo resinoso*; cuyos dos rayos producidos simultáneamente en las aguas del mar, sin duda son la causa de los fuegos que vemos brillar en ellas.

Queda todavía que saber en que contribuyen los animalillos al fenómeno de la mar luminosa por el rozamiento, los que quizá son fosfóricos como algunos otros aquátiles, por exemplo, la tremielga ó torpedo, la anguila de Surinam (*Véase* CONMOCION ELECTRICA); ó bien tienen la propiedad de rodearse del fluido eléctrico, atraido por el rozamiento como los nadadores. Cubiertos de substancias untuosas y glutinosas, las electrizan con su agitacion, ó solo con el movimiento, quando nadan, del mismo modo que los peces que observó *Bajon*, que con esta única accion iluminaban al mar.

No he podido descubrir en la sangre de los animales, que sujeté á las mismas pruebas que el agua, la presencia del rayo eléctrico vital ni del resinoso; sin embargo de que no puede dudarse que el rozamiento atrae hácia este humor, como á todos los cuerpos, algunas de las partes del fluido eléctrico; bien que su consistencia y viscosidad impiden que se mueva el fragmento de lacre. La circulacion es una causa que coopera continuamente para elec-

tri-

trizar á los animales, porque la sangre se frota sin cesar, y por consiguiente se electriza siempre, cómo lo prueba la abundancia de dicho fluido en el animal vivo. Quando hayamos llegado á un conocimiento profundo de este fenómeno, sabrémos por qué las variaciones de la atmósfera turban ó alteran la economía animal; como es que en ciertos tiempos los animales terrestres dan señales enérgicas de *Electricidad*; y por qué algunos de los aquátiles las dan en todos tiempos, y de un modo particular: finalmente, parece que la propiedad que tienen los líquidos de electrizarse por rozamiento es la causa del galvanismo, cuyo fenómeno bien conocido guiará al observador en el estudio de la economía animal, y del mecanismo de la vegetacion. (*Véase* GALVANISMO.) (*Ensayo sobre la Electricidad del agua por Bressy, París, 1797.*)*

ELECTRICIDAD ANIMAL. Es lo mismo que galvanismo. (*Véase* GALVANISMO.)

ELECTRICIDAD MEDICA. Aplicacion de la *Electricidad* á la Medicina.

Desde que únicamente se empleaba el tubo de vidrio para los experimentos de la *Electricidad*, ya algunos Físicos habian indagado los efectos que era capaz de producir en el cuerpo humano la materia eléctrica en actual accion; y aunque es cierto que los descubrimientos fuéron muy limitados, porque el rozamiento del tubo no daba resultados de experimentos bastante sensibles; apenas se hubo substituido el globo de vidrio al tubo, quando las maravillas de la *Electricidad* se desenvolviéron con mas notoriedad en una larga serie de experiencias, y presentáron un horizonte mas despejado. Los penachos luminosos; los torrentes de luz que saliéron de las barras de hierro electrizadas, despidiéron un olor de fósforo que no se pudo desconocer; la saliva luminosa que sale de la boca de una persona actualmente electrizada; la sangre resplandeciente que salta de una vena abierta; la terrible conmocion; el estremecimiento que causa la chis-

pa

pa fulminante en el experimento de Leyden; todos estos hechos principales, sin hablar de otros muchos, persuadiéron que el cuerpo humano era uno de los mas copiosos depósitos de materia eléctrica; que exîstia en él como en los otros cuerpos, dotada de una movilidad asombrosa; que era susceptible de una inflamacion general y repentina, ó de cierta explosion; que puesta de este modo en accion, corria en un instante los mas pequeños canales; que de consiguiente debia producir alteraciones en el fluido nervioso; y aun se sospechó que la materia de este fluido, que contienen los nervios de los animales, es de naturaleza eléctrica. Por otro lado, la idea que presenta la picazon que causa en las partes electrizadas, dió lugar á que se buscasen medios de aplicar con fruto la *Electricidad* á la Medicina.

Aplicóse por fin el globo eléctrico á la Medicina; y se intentó curar á los paralíticos, habiendo hecho los primeros experimentos *Nollet* y *De la Soñe*, de la Academia de las Ciencias, cuyo exemplo siguiéron muy pronto Morand y otros Físicos de habilidad.

Desde luego se prescribió la conmocion de Leyden muchas veces y repetidos dias seguidos á varias personas de ambos sexos. En unas se advirtió la conmocion poco á poco y por grados en las partes paraliticadas; otras la sintiéron desde los primeros experimentos; y casi todos padeciéron dolores sordos, y cierta picazon en los órganos paraliticados, muchos dias despues de hechos los experimentos; mas en París ninguno pudo curarse.

Por este tiempo *le Cat*, célebre Cirujano de Ruan, informó á la Real Academia de las Ciencias, de que era correspondiente, de la cura de un paralítico á quien habia electrizado; cuyo hecho pareció asombroso, y se creyó que en algunas paralísis podrian concurrir ciertas circunstancias de que dependiese el éxîto de la *Electricidad*.

Casi entonces sostuvo *Louis* que la paralísis podia curarse por medio del globo eléctrico.

Ja-

Jallabert, diestro profesor de Física en Ginebra, comunicó á la misma Academia, de que tambien era individuo correspondiente, un hecho que todavía admiró mas; á saber, la curacion casi total de un brazo paralítico y atrofiado desde mas de diez años. Instruido *Jallabert* de las tentativas poco felices hechas en París y otras partes, comunicando simplemente á los enfermos la conmocion de Leyden como se acostumbra practicar regularmente; quiso executarlo de otro modo: electrizó con fuerza á su paralítico; y de todas las partes del cutis que corresponden á los diferentes músculos motores del antebrazo y del brazo, sacó sucesivamente un gran número de chispas; desde los primeros dias comenzó el enfermo á menear los dedos, y á hacer algun otro movimiento; y habiéndose continuado del mismo modo los experimentos por algun tiempo, aumentó por grados y con bastante rapidez la libertad y extension de los movimientos de todo el brazo paralítico; pero lo que mas sorprehendió fué ver que este brazo, que mucho tiempo hacia estaba atrofiado, y en parte desecado, volvia á alimentarse, á engordar, y á parecerse casi al brazo sano. Entonces se observó que sacando las chispas sobre los diferentes músculos de este brazo paralítico, al mismo tiempo aparecia una agitacion involuntaria en las fibras, una especie de movimiento vermicular, ó como un pequeño movimiento convulsivo: finalmente, el enfermo se electrizó hasta llegar con la mano al sombrero, quitársele, volvérselo á poner, y ademas levantar ciertos cuerpos pesados.

El hecho publicado por *Jallabert* era demasiado auténtico é interesante para nó llamar mucho la atencion; pues parece le confirmaban experimentos hechos en Montpeller por *Sauvages*, los que anunciaban el mismo éxito: pero como mucho tiempo hacia que se habia tomado el prudente partido de no sacar conseqüencias precipitadas, y de no anunciar descubrimientos sin que los confirmasen un gran número de hechos; la Academia Real de las Ciencias en-

encargó á *Nollet* repitiese el nuevo experimento segun el método de *Jallabert*, á cuyo fin el Conde de *Argenson*, Ministro de Guerra, dió las correspondientes órdenes para que las pruebas pudiesen hacerse en el *Hotel Roy des Invalides*, en donde se continuáron mucho tiempo y con mucha atencion en un gran número de soldados paralíticos, á presencia de no pocos Médicos y Cirujanos; mas el resultado no fué favorable; pues ninguna cura se hizo, y ni aun se produxo efecto alguno que la prometiese. Solo se observáron aquellos movimientos espontáneos ó convulsivos en los diferentes músculos de los que se sacaban las chispas; lo qual siempre es un hecho muy singular.

(A pesar de todo esto, los hombres instruidos como *Nollet*, no descreen fácilmente los recursos que encierra la Naturaleza. Como se remitian de Italia bellísimas cosas sobre los buenos efectos de la *Electricidad médica*, se propuso este célebre Académico juzgar por sí mismo de tales prodigios, cuyo privilegio exclusivo parecia reservado, hasta entonces á los Transalpinos; bien que tambien contribuyéron á la execucion del proyecto otros motivos literarios. Pasó, pues, *Nollet* á Turin; operó con *Bianchi*, famoso Médico de esta Ciudad; repitió en un gran número de enfermos los experimentos eléctricos sin notable felicidad: con lo que todos los fenómenos publicados en Turin á favor de la *Electricidad médica*, quedáron sin prueba suficiente, y aun destruidos por un testigo fidedigno.

Nollet era como el representante de todos los Físicos Franceses, Alemanes é Ingleses, en una palabra, de todos los que no veian en ningun experimento la virtud curativa de la *Electricidad*. Pasó á Venecia, en donde *Pivati*, el mas famoso Orador de las curaciones eléctricas, desplegaba sus talentos, en su obra *Electrícita medica*, traducida al Francés, y que mereció buena acogida de todos los zelosos partidarios de los nuevos descu-

cubrimientos, porque ninguno habia sospechado que fuese infiel, ó bordase demasiado sus relaciones. Solo *Nollet* podia desentrañar la verdad de las cosas: así es que todo el taller de *Pivati* quedó sin accion á presencia del Viagero Francés; pues ni siquiera se atrevió á repetir las operaciones; quando se le habló de la famosa cura del Obispo de *Sebraico*, se supo que el Obispo jamas habia sanado por la *Electricidad*; y quando preguntó *Nollet* á las personas del país por los milagros eléctricos de *Pivati*, solo un Médico, amigo suyo, respondió que habia visto alguna cosa cierta; de donde es fácil inferir, que la *Electricidad médica* no brilló mucho en Venecia. Todavía quedaba Bolonia, en donde persiguió *Nollet* á estas fantásticas curas: *Verati*, Médico de esta ciudad, preocupado tambien á favor de la maravilla, se declaró de buena fe con el Académico Francés; y en estas conferencias baxó no poco el tono afirmativo de los libros, impresos sobre el asunto; pues solo quedáron dudas y esperanzas.) Lo dicho entre paréntesis se ha sacado de las *Memorias de Trevoux*, *Abril de 1751*, *Art. 43*.

La historia de todos estos hechos conocidos parece acredita que la Medicina no debe lisonjearse de sacar grandes ventajas de los nuevos experimentos de la *Electricidad*; si bien no puede inferirse su absoluta inutilidad. Quizá una sola y rara especie de paralísis puede esperar de ella algunos auxîlios; ó quizá en estas enfermedades hay alguna circunstancia favorable, que todavía no se ha descubierto, y sin la que no puede verificarse el hecho. Lo conseguido hasta el dia basta para animar á hacer nuevas tentativas, no solo en el caso de paralísis, mas tambien en otras muchas enfermedades en que pudieran aprovechar el enrarecimiento de los líquidos del cuerpo humano, su aceleracion de velocidad en los vasos, el incremento de la insensible transpiracion, la liquidacion de los humores, vivos sacudimientos, ó el es-

tremecimiento de las partes sólidas; porque parece que un gran número de experimentos prueban, que todos estos efectos se deben á la *Electricidad* aplicada al cuerpo humano; y, por otra parte, quizá la materia eléctrica juega mas de lo que se cree en la economía animal. (*Véase* GALVANISMO.)

* Desde el año 1760, como que se habia abandonado, por decirlo así, la *Electricidad médica*; lo que sentian en gran manera todos los verdaderos Físicos; y quantos se interesan en el bien de la Humanidad, deseaban que un gran Médico ilustrase quanto pudiese este ramo de la Física experimental: deseo que al fin se cumplió. En 1777 se consagró *Mauduyt* á esta ciencia, y sus trabajos gloriosos tuviéron el premio que proporcionan los sucesos mas felices y brillantes, como lo acreditan sus curas que se hallan en las *Memorias de la Real Sociedad de Medicina de Paris*, advirtiéndose en todas las relaciones de *Mauduyt* el caracter de la verdad; pues refiere sus glorias con sencillez, y los casos en que fué desgracido, ó no consiguió el éxito que esperaba de su remedio, sin manifestar sentimiento. Desde luego toma las precauciones mas sabias y prudentes para no administrar por remedio la *Electricidad* á diestro y siniestro; y quando se le presenta un enfermo, pide una consulta de Médicos; solo la aplica quando se lo aprueban sus compañeros; y antes de emprender la curacion, forma un resúmen histórico de la enfermedad que se propone curar, y de los remedios aplicados hasta entonces: despues describe el estado actual del enfermo; y quando ha informado, muy despacio, á los asistentes, de lo que acaba de escribir, les obliga á que lo firmen.

A continuacion de este resúmen histórico se halla un Diario en que apunta *Mauduyt*, dia por dia, quanto sucede bueno ó malo, y lo que acontece de un dia á otro durante la ausencia del enfermo; pudiendo todos los Médicos, Cirujanos y Físicos informarse de todo, preguntar á los enfermos, y exâminar su estado delante

de *Mauduyt*, ó hallándose este fuera.

Al principiar el dia hace *Mauduyt* sus preguntas á los enfermos; y oidas sus respuestas, escribe los artículos indicados en los Diarios; despues de lo qual ruega á sus compañeros, que estan presentes, firmen lo que acaba de extender, en la inteligencia de que nada se acuerda antes de leerlo á quien corresponde; finalizada la cura se depositan estos Diarios en la Secretaría de la Sociedad Real de Medicina de Paris: así obra quien no quiere engañar al público, y sí ser útil á la Humanidad.

Desde Julio de 1777 al mismo Mes de 1779 aplicó *Mauduyt* la *Electricidad* á 82 enfermos; paralísis, entorpecimientos, reumatismos ordinarios y procedidos de la gota, derrame de leche, sorderas, epilépsias, enfermedades de ojos &c.; he aquí los males que curó ó alivió este gran Físico por medio de la máquina eléctrica.

De los 51 paralíticos que siguiéron la curacion eléctrica forma *Mauduyt* tres clases: la primera comprehende á los que la siguiéron todo el tiempo que les aconsejó; la segunda á los que no la siguiéron tanto tiempo como hubieran debido; y la tercera abraza á los que se retiráron poco despues de haberse presentado; 14 entran en la primera clase, 28 en la segunda, y 9 en la tercera. De los primeros se curó uno enteramente, 9 tuviéron un alivio considerable, y 4 ninguno absolutamente: entre los 9 que se aliviáron, 3 tenian una profesion manual, la que continuáron exerciendo.

Prevost, vecino de Bruxêlas, y residente en Paris el 20 de Diciembre de 1777, entregó á *Mauduyt* una carta de *Lassonne*, que le aconsejaba el uso de la *Electricidad*: tenia los músculos de la cara paraliticados del lado izquierdo; la boca sumamente torcida; pendiente la mexilla izquierda; la plabra y deglucion muy embargadas, pues quando hablaba, necesitaba (para que le entendiesen; para comer y tragar) levantar y sostener su mexilla con la mano izquierda, no pudiendo abrir ni cerrar los ojos por este la-

lado: este era, un mes hacia, el estado del enfermo de unos 50 años de edad.

Prevost se sujetó á la curacion eléctrica el 23 de Diciembre de 1777, la continuó en casa de *Mauduyt* hasta el 7 de Marzo de 1778, y en la posada en que se hallaba en Paris hasta el 29 de Abril del mismo año. Se previene que no se advirtió novedad hasta el 7 de Enero, y el 8 baxó bastante el enfermo el párpado superior para interceptar enteramente los rayos de luz: el 31 ya hablaba y comia con menos dificultad, hasta que pasando por varios grados de mejoria, se electrizó en su casa desde el 8 al 29 de Abril, en que se halló curado del todo, y en estado de emprender su viage á Bruxêlas, lo que executó pocos dias despues.

De 28 paralíticos que no siguiéron la curacion eléctrica tanto tiempo como se les aconsejó, y que por consiguiente forman la segunda clase, 21 experimentáron un alivio notable, y 7 quedáron como empezáron: de los 9 que se retiráron poco despues que se presentáron, y que componen la tercera clase, la *Electricidad* produxo efectos bastante conocidos en los quatro, y en particular en una niña de tres años y quatro meses, hemiplégica dos años hacia, pues desde el 3 al 14 de Febrero de 1778 sus dedos que tenia tiesos y medio doblados, se soltáron; el pulgar, el índice y el dedo de en medio se extendiéron naturalmente; la muñeca adquirió movimiento; en una palabra, la niña se fortificó del todo, y anduvo con menos dificultad; pero una séria enfermedad que padecia la impidió continuar electrizándose, cuya operacion quizá hubiera disipado la paralísis.

Mauduyt no pudo curar con la *Electricidad* el entorpecimiento, mas sí los dolores reumáticos, como lo hizo con *Gobert*, de edad de 49 años, que padecia dicha enfermedad 17 dias habia; con *Bouclon*, atacado de la misma por espacio de nueve meses; con otro enfermo que tenia un dolor en la planta del pie que le incomodaba mucho

pa-

para andar, sin embargo de que no tenia hinchazon; bien que no considera el sabio *Mauduyt* que la *Electricidad* sea remedio específico contra la sordera, aunque de 10 sordos que procuró curar, 6 tuviéron alivio, y uno llamado Bourdet mejoró mucho. Tampoco cura la *Electricidad*, segun *Mauduyt*, la gota serena, mas sí la alivia algun tanto, por lo que no se atreve á asegurar que este remedio sea inútil en esta última enfermedad; al contrario, dice que *Saussure*, Profesor de Física de Ginebra, curó á una muger llamada *Noier* de una gota serena, habiéndola electrizado durante mucho tiempo cinco veces al dia, y media hora cada una, haciendo pasar en cada cura 15 ó 20 conmociones desde el globo de cada ojo á la nuca del cuello; con lo que recobró y conservó la vista la enferma, pues ocho años despues conoció á *Saussure* que pasaba por su lugar.

Estos son los principales hechos que mas me han sorprehendido en la lectura de una de las mejores Memorias de Física, hasta ahora publicadas, á la que sigue otra que contiene la *práctica de la curacion eléctrica*, que se executa por medio del *baño*, *chispas y conmociones*, métodos bien conocidos, aunque no lo es tanto el primero; por cuya razon lo explicarémos en este *Diccionario de Física.*

Prepárase un aislador; y para que sea excelente se hacen sus apoyos de madera muy seca, que se pinta al óleo, ó que se cubre por debaxo, ya con una mezcla de resina, de cera, de pez en partes iguales, ya de un barniz de lacre.

Los pies de los apoyos son columnas de vidrio, ó botellas muy fuertes que se limpian y enxugan, y despues se tapan con cuidado; átanse á los apoyos por medio de una pasta compuesta de cuerpos eléctricos por sí mismos.

Colócanse encima del aislador ya sitiales, ya un banco para que se sienten los enfermos: *Mauduyt* emplea para estas curaciones un banco que no tiene ángulos, ni asperezas, pintado como el mismo aislador.

Sen-

Sentados los enfermos, se les hace tener en la mano una varilla de cobre muy pulimentada, y que termina en dos bolas; á la que otra varita, que comunica con el conductor de la máquina, lleva la *Electricidad*. En este estado los enfermos se hallan en una especie de baño eléctrico; pues les rodea la atmósfera eléctrica, casi del mismo modo que el agua rodea á un hombre que toma un baño comun.

La curacion eléctrica siempre comienza con baño, durando la cura los ocho primeros dias escasamente un quarto de hora; los ocho siguientes una hora; y pasados quince dias, puede llegar á dos ó tres horas. Despues de un mes se pueden tomar dos diariamente; pero atendiendo siempre á la edad, á las fuerzas, al temperamento del enfermo, y á la intensidad de la enfermedad.

La electrizacion por baño no pide otra precaucion que la de enxugar cada vez los apoyos, poner un calzado muy seco á los enfermos que vienen á pie, y cuidar de que las puntas de los alfileres que traen las mugeres enfermas no salgan.

A los cinco ó seis dias junta *Mauduyt* la electrizacion por *baño* á la que se hace por *chispas*, las que solo saca de los miembros enfermos durante cinco ó seis minutos; despues diez ó doce minutos; y últimamente veinte y cinco ó treinta mañana y tarde, conservando el pudor con un vestido de tela muy pegada al cutis.

En quanto á la conmocion, cuyo peligro conoce *Mauduyt*, únicamente la propina con mucha precaucion, siempre con una botella de Leyden poco cargada, y nunca mas de veinte veces seguidas.

Finalmente, este Físico, amigo de la Humanidad, mira á la *Electricidad* como aperitiva y estimulante, por lo que solo la aconseja en las enfermedades en que se necesitan remedios propios para abrir los poros, quitar las obstrucciones, atenuar los fluidos, y dar tono á los sólidos. Tambien la considera perjudicial siempre que haya de-

ma-

masiada tension en los sólidos, que los nervios sean excesivamente sensibles é irritables, y que haya movimientos espasmódicos, por leves que sean las convulsiones, á no ser que emplée una electrizacion suave, como el baño eléctrico: luego cometeria la mayor imprudencia el que administrase la *Electricidad* como remedio, siendo solo Físico, pues debe ser al mismo tiempo Médico, para que produzca buen efecto.

Mauduyt ocupado siempre en beneficio del público, dió á luz á fines de 1784 una tercera Memoria sobre la *Electricidad médica*, que viene á ser un suplemento á la que tiene por objeto la curacion eléctrica, y el résúmen de la de que se ha extractado este importante *Artículo*. Siempre modesto, y lleno de atencion é imparcial, refiere con gusto lo felices que han sido en las diferentes partes del mundo los Físicos y Médicos electrizantes, y particularmente *Partington*, *Watson*, *Wilkinson*, *Ferguson*, *Lovet*, *Becket*, *Zertzel y Cavallo*, apreciando tanto á este y á *Wilkinson*, que destina 129 páginas de su Memoria en compendiar una obra de *Cavallo*, y una Disertacion de *Wilkinson*. En fin en las últimas 71 páginas se halla una noticia de lo que se ha escrito á favor de la *Electricidad médica*: de este modo se impone silencio á la envidia, y se ganan admiradores.

Mauduyt, siempre alerta contra el peligro de las conmociones eléctricas, quiere que solo se recurra á ellas rara vez, y quando han sido inútiles las electrizaciones por *baño* y por *chispas*; cuya prohibicion se extiende así á las totales, como á las parciales. Qualquiera que tiene el fondo de la botella de Leyden en una mano, y con la otra saca una chispa del hilo de arambre, recibe una conmocion violenta en ambos brazos, en el pecho, en las entrañas y en todo su cuerpo; conmocion capaz de matar á un hombre si la botella fuera demasiado grande, ó estuviera demasiado cargada de *Electricidad*. (*Véase* BOTELLA DE LEYDEN.)

Las

Las conmociones parciales no son en mucho tan peligrosas; pues solo se reciben en las partes enfermas, quando las suministra un Físico diestro y acostumbrado á hacer esta clase de experimentos. Empléase una botella á cuyo fondo se ha adaptado una cadenita de metal; átase la extremidad de la cadena que está en contacto, á qualquiera parte del cuerpo de la persona que se ha de electrizar; despues se toca con el boton del gancho de la botella, otro punto qualquiera del cuerpo de la misma persona que en el instante recibe la conmocion; pero solo la siente en el lugar interceptado entre el extremo de la cadena y el boton del gancho de la botella. Por exemplo, si quiero que solo se reciba la conmocion en un brazo, pongo la extremidad de la cadena en contacto con la parte superior de este brazo; arrimo el boton del gancho de la botella á la extremidad del uno de los dedos de la mano, y la conmocion pasa á toda la extension del brazo. Pueden consultarse las Obras siguientes para mayor ilustracion: *Ratio medendi* de Haen; *Nosologia metódica* de Sauvages; la Disertacion de Lassone *sobre los efectos de la Electricidad*; *las Observaciones de* Quelmaltz *sobre las virtudes medicinales de la Electricidad*; las *Conjeturas acerca de la Electricidad médica de Gardane*; la *Historia de la Electricidad* por *Priestley*; las *Obras del Abate* Sans, intituladas, *Curacion de la paralísis por la Electricidad*; las Memorias *sobre la Electricidad médica de Mazars de* Cazelles; la *Electricidad del cuerpo humano en el estado de salud y de enfermedad por Bertholon*; y la *Obra de le* Dru sobre la curacion de las Epilépsias &c. (*Paulian*, Dicc. de Física.) *

ELECTRICO. *Término de Física.* Epíteto que se da á todo lo que recibe ó comunica la *Electricidad.* En este sentido se dice *virtud Eléctrica*, *materia Eléctrica*, *emanaciones Eléctricas &c.* (*Véase* ELECTRICIDAD.)

ELECTRICO. (*Palo*) (*Véase* PALO ELECTRICO.)

ELECTRICO. (*Quadro*) (*Véase* QUADRO ELECTRICO.)

ELEC-

Electrico. (*Cometa*) (*Véase* Cometa electrico.)

Electrico. (*Carro*) (*Véase* Carro electrico.)

Electrico. (*Fuego*) (*Véase* Fuego electrico.)

Electrico. (*Fluido*) (*Véase* Materia electrica.)

Electrico. (*Globo*) (*Véase* Globo electrico.)

Electrico. (*Olor*) (*Véase* Olor electrico.)

Electrico. (*Disco*) (*Véase* Disco electrico.)

Electrico (*Taburete*) (*Véase* Torta ó pan electrico.)

Electrico. (*Tubo*) (*Véase* Tubo electrico.)

Electricos. (*Efluxos*) (*Véase* Efluxos electricos.)

Electricos. (*Quadros*) (*Véase* Quadros electricos.)

ELECTRIZACION. Modo de electrizar los cuerpos, esto es, de producir en ellos la *Electricidad*. (*Véase* Electricidad.)

Dos son los modos conocidos de electrizar á los cuerpos; 1.º frotándolos ya con la mano desnuda, ya con una piel de gamuza, una tela de lana, ó papel gris, ya en fin con qualquiera otra materia de esta naturaleza: 2.º arrimando muy cerca de ellos, ó haciéndoles tocar ligeramente á un cuerpo recien electrizado. Casi no hay cuerpo alguno que no pueda electrizarse á lo menos del uno ú otro modo, y aun no faltan algunos que pueden conseguirlo de las dos maneras; bien que en general, los que se electrizan mejor del primer modo, se electrizan menos del segundo; y al contrario, los que se electrizan mejor del segundo modo, se electrizan menos del primero: llámase este *Electrizacion por rozamiento ó frotacion*; y aquel *Electrizacion por comunicacion*. Muy pocos son los cuerpos que tengan la consistencia que se requiere para ser frotados, que no se electricen por rozamiento; mas no pueden todos adquirir por este medio igual grado de *Electricidad*, y los que mejor la consiguen son todas las materias vitrificadas; despues sigue el azufre, las resinas, las gomas, cier-

tos betunes, la seda &c. Los que mejor se electrizan por comunicacion son los cuerpos animados, los metales perfectos é imperfectos, y el agua (En quanto á esta última *Véase* Electricidad del agua por frotacion), por cuya razon todas las materias húmedas, de qualquier naturaleza que sean, se electrizan muy bien de este modo.

Para entender, pues, como se produce del uno ó del otro modo en los cuerpos el estado que se llama *Electricidad*, debe saberse, que la *materia eléctrica* está esparcida universalmente en todas partes (*Véase* Materia eléctrica); que rodea á los cuerpos, y que les penetra hasta dentro de sus partes mas íntimas: luego quando se frota un cuerpo, como, por exemplo, un tubo ó un globo de vidrio, un cañuto de lacre ó de azufre &c., se ponen en movimiento las partes del cuerpo frotado, y la materia eléctrica que llena sus poros. La prueba de esto es que el cuerpo se calienta, y entonces se arroja la materia eléctrica notoriamente desde adentro afuera; lo qual basta para que se crea que todo está agitado. El cuerpo frotado de este modo no se agota con estas continuas emanaciones por mucho que duren; lo que proviene de que la materia eléctrica que sale de este cuerpo siempre es reemplazada por otra materia semejante que viene no solo del ayre, sino tambien de todos los demas cuerpos inmediatos: porque hallándose esta materia eléctrica, como hemos dicho, esparcida universalmente por todas partes, debe apresurarse á llenar todos los espacios que estan vacíos de las partes de su especie; por la propiedad que tienen todos los fluidos de esparcirse uniformemente, y de ponerse en equilibrio con ellos mismos: luego el cuerpo frotado recibe continuamente los rayos convergentes de una materia muy sutil, al paso que por todas partes dexa que se escapen rayos divergentes de otra materia igual; siendo como la fuente de esta, y el término de aquella; y ocasionando la efluencia de la una, la afluencia de la otra, el reemplazo mantiene tambien la duracion de las emanaciones:

así

así se electriza un cuerpo por frotacion.

Veamos ahora cómo se electriza por comunicacion. Acercando á un cuerpo ya electrizado, otro cuerpo capaz de electrizarse por comunicacion, por exemplo, un cuerpo vivo, ó un pedazo de metal, y convenientemente aislado, la materia eléctrica que está en reposo en este cuerpo, debe ponerse en movimiento, y dirigirse de dentro afuera por dos razones: 1º porque todo lo que está inmediato á un cuerpo electrizado, le suministra, por los motivos arriba expuestos, una materia enteramente semejante á la que sale de este cuerpo; y esta materia suministrada es la que se llama *afluente*: 2º porque una parte de esta misma materia que reside en el cuerpo que se acerca al cuerpo electrizado, debe recibir impulsiones continuas de parte de los rayos *efluentes* que se arrojan de este último. Pero si el cuerpo arrimado pierde de este modo la materia eléctrica que reside en él, ó se ha de agotar en poco tiempo, ó es preciso que vuelva á tomar por otra parte una materia semejante á la que pierde, pues no puede decirse que se agota porque las emanaciones duran tanto tiempo quanto se las quiere excitar: luego vuelve á adquirir una materia semejante á la que pierde; luego le sucede lo que acontece en general á todo cuerpo actualmente electrizado: mientras dura la emanacion de la materia interior, otra materia igual viene de todas partes á reemplazar á la que sale: luego la *Electricidad* comunicada, como la que se excita por rozamiento, consiste siempre en una *efluencia*, y en una *afluencia simultáneas* de la materia eléctrica. (*Véase* EFLUENCIAS ELECTRICAS *y* AFLUENCIAS ELECTRICAS.)

ELECTRIZAR. Es producir en un cuerpo el estado llamado *Electricidad* (*Véase* ELECTRICIDAD): es darle la virtud de producir fenómenos eléctricos; y ponerle en disposicion de comunicar esta misma virtud á otros cuerpos.

Dos son los modos conocidos de electrizar á un cuerpo: 1º frotándolo con la mano desnuda, con una piel de

gamuza, una tela de lana, ú otro cuerpo semejante: 2º arrimando muy cerca de él, ó haciendo que toque ligeramente á otro cuerpo recien *electrizado*. (*Véase* ELECTRIZACION.) Los cuerpos que se quieren electrizar de este segundo modo, han de estar *aislados*, esto es, sostenidos sobre materias poco ó nada electrizables por la misma via. (*Véase* AISLAR.)

La mayor parte de los experimentos de electricidad se hacen al ayre libre; pero tambien los hay que quizá se desearán hacer en el vacío; y para conseguirlo se ha de proceder del modo que sigue.

Para *Electrizar* en el vacío, debe establecerse sólidamente sobre la platina de una máquina neumática, una especie de tenazas de resorte, cuyos brazos *P*, *P* (*Lám. LXIX*, *fig.* 3), que acaban en forma de paletas algo cóncavas, estan guarnecidos de tela ó de papel gris, y cubiertos de una franjita de seda muy clara, y algo larga. Cúbrense estas tenazas con un recipiente *R*, cuyo borde se asegura sobre la platina con cera y trementina mezcladas, á fin de evitar la humedad, que seria de temer si se empleasen cueros mojados. Este recipiente ha de estar abierto por la parte superior *S* en forma de cuello de botella, y guarnecido de una birola de cobre *V*, en medio de cuyo fondo debe haber una tuerca interior ó matriz para recibir el tornillo de una caxa redonda *B* del mismo metal, entre cuya cubierta y fondo hay muchas rodajas de cuero grueso. El todo está atravesado por una varita de metal *T*, muy cilíndrica y unida, que puede deslizarse segun su longitud, y circular en los cueros sin que el ayre pueda entrar en el recipiente. En la extremidad de esta varita, que está dentro del recipiente, se asegura una bola G de azufre, lacre ó ámbar, ó bien se le afianza un globito de vidrio que abrazan las dos paletas de las tenazas de resorte; en la otra extrémidad de la varita, que está fuera del recipiente, se fixa una canilla de madera C, sobre la que se hace circule dos veces la cuerda de un arco *A*, por cuyo medio es fácil

cil dé vueltas quantas se quiera la bola *G* en las tenazas guarnecidas.

Si tuviéramos una máquina neumática semejante á la que empleamos ahora, inventada por *Nollet*, y provista de un torno (*Véase* MAQUINA NEUMATICA), se harian esta clase de experimentos mas cómodamente que con un arco que no puede ir y venir sin mover á la máquina; y la bola *G*, circulando siempre en un mismo sentido, se electrizaria mucho mejor.

Podráse, segun se quiera, hacer preceda la evacuacion del ayre del recipiente, ó el rozamiento del cuerpo que se quiera electrizar; y se conocerá si este cuerpo es eléctrico quando, despues de haberle hecho dar vueltas algun tiempo en las tenazas, se levante la varita *T* que le sostiene, para separarlo de las tenazas, y se le detenga cerca de la franjita con que han de estar aforradas las paletas: en el momento en que el cuerpo atraiga ó repela á los hilos, no podrá dudarse de que ya está electrizado.

Tambien puede guarnecerse de una llave *r* muy ajustada al globito de vidrio que se destina para estos experimentos, á fin de aplicarlo á la máquina neumática, y vaciarlo de ayre, pues no faltarán ocasiones en que se tendrá gusto en comparar los efectos de este globito vacío ó lleno; en el vacío ó al ayre libre.

Podria igualmente suceder que se quisiese *electrizar* un globo lleno de ayre condensado, para lo que hay medios; pero muy expuestos á alterar los resultados, porque introduciendo ayre en el globo con una bomba compresiva, no debe quedar duda de que no entra un ayre puro, y sí cargado de vapores crasos y de humedad, que sin duda harán incierto el resultado del experimento. Para esto empleó *Dufay* un medio ingenioso á la verdad; pero que no desvanece los escrúpulos. Condensó el ayre de un tubo adaptándolo á una eolípila grande que solo contenia ayre, y á la que calentaba muchísimo; pero ¿está seguro de que con este método, no entra en el tubo ninguna exha-

halacion ó vapor, capaz de causar ó de dividir el efecto que atribuyó únicamente á la condensacion del ayre? Mucho puede dudarse.

ELECTROMETRO. Instrumento propio para medir los diferentes grados de la virtud eléctrica en los cuerpos; pero el que mereceria el nombre de *Electrómetro* seria el que no solo nos indicase si un cuerpo es actualmente eléctrico, sino tambien quanto lo es mas que otro, ó mas de lo que él mismo lo fué en otro tiempo, ó en diferentes circunstancias; en una palabra, el que nos enseñase qual es el grado absoluto de la electricidad de un cuerpo.

Mucho ha que se busca este instrumento, sin que á la hora esta se haya hallado. El mas ingenioso de todos es el que inventáron *Arcy* y *Leroy*, cuya descripcion darémos despues; (*Véanse las Memorias de la Academ. de las Ciencias. Año de 1749, pág. 63 y sig.*) mas no tiene todas las qualidades que deseariamos en un verdadero *Electrómetro*. Supongamos que se electrizan con el mismo globo y en un mismo instante dos cuerpos, uno de los quales sea mas susceptible que el otro de recibir la virtud eléctrica: el *Electrómetro* de dichos Sabios podrá muy bien indicarnos que en el uno hay mas electricidad que en el otro; pero por lo mismo que estos dos cuerpos recibirán grados diferentes de virtud; aun quando se sepa perfectamente el grado absoluto del uno ó del otro, siempre será para nosotros muy incierto el grado actual de *Electricidad*, que pertenece al globo, que sin embargo es el cuerpo de que procede esta virtud, y cuyo estado convendria mas conocer.

Quanto se nos ha presentado hasta el dia para medir los diferentes grados de fuerza de la electricidad no es mas exâcto que las dos hebras de hilo que penden una al lado de la otra del cuerpo que se electriza, y que llegan á ser tanto mas divergentes entre sí, quanto el cuerpo de que cuelgan se vuelve mas eléctrico. El ángulo mas ó menos abierto que forman, apartándose una de otra, nos enseña muy

muy bien que la electricidad es mas fuerte en un tiempo que en otro; mas no nos dice qual es su fuerza absoluta. Para medir la magnitud de este ángulo, y comparar entre sí estos diferentes grados de electricidad, coloca *Nollet* delante de ambas hebras de hilo, á suficiente distancia, una plancha vertical G (*Lám. LXVIII, fig. 4*) atravesada por un agujero, frente del qual pone una vela ó luz encendida; y recibiendo la sombra de estos dos hilos sobre un carton blanco *H*, que levanta vertical y paralelamente al plano que terminan estos hilos entre sí, estando bien asegurados la vela y el carton, señala en este una porcion de círculo que tiene por rayos las dos sombras de los hilos: este arco, dividido en grados, sirve para juzgar de su separacion recíproca, y por consiguiente de la fuerza relativa de su electricidad. (*Véanse las Memorias de la Academ. de las Ciencias. Año de 1747, pág. 139.*)

El *Electrómetro* inventado por *Waitz* se parece mucho á las dos hebras de hilo de que acabamos de hablar. Suspende de dos hilos de seda de igual longitud *F F* (*fig. 3*) dos chapitas de metal semejantes *L L*, de seis pulgadas de largo, y de tres onzas de peso, y colgando con libertad bastante cerca una de otra para que puedan tocarse antes que se electricen. Pero arrimando debaxo, y muy inmediato á las dos chapas un tubo de vidrio *T* bien electrizado, en el mismo instante se ve que estos dos cuerpos se apartan uno de otro, describiendo dos arquitos de círculo, que tienen por rayos la longitud del péndulo que compone cada chapa con su hilo de suspension; y su abertura es tanto mayor, quanto lo es el grado de electricidad que les comunica el tubo. (*Véase el Tratado de la Electricidad y de sus causas, de Waitz*, §. 180 *y sig.*)

Volvamos al *Electrómetro* inventado por *Arcy* y *Leroy*: he aquí su descripcion y uso que diéron ellos mismos.

En un gran vaso *A B*, lleno de agua (*Lám. LXXVIII, fig. 5*), se sumerge una botella *C D* de vidrio, á que llaman

man los mercaderes *huevo filosófico*; adáptase á la extremidad de esta botella una varita *V* perfectamente cilíndrica, de una línea de diámetro, y de 12 pulgadas de largo; el vaso *A B* se cubre con una chapa de laton *H* atravesada por un gran agujero en su centro (que tambien lo es del vaso), á fin de que la vara pueda pasar con libertad; y en la extremidad superior de la vara se introduce una laminita circular *L* de laton de 14 líneas y $\frac{1}{6}$ de diámetro. El huevo está sumergido en el vaso *A B* (lleno de agua, como ya he dicho) á cierta profundidad, que debe ser tal, que estando en reposo el instrumento, esto es, no siendo eléctrico, la extremidad inferior del huevo esté muy cerca del fondo del vaso, pero sin tocar á él: para que el huevo y la vara esten siempre en una situacion vertical, se pone en el primero mercurio que sirve de lastre; y por este medio, estando muy baxo el centro de gravedad, todo se mantiene perpendicularmente al horizonte, y experimenta, subiendo ó baxando, el menor balance posible. Como este huevo, si no hallase impedimento, iria hácia el borde del vaso, y fluctuaria ya de un lado, ya de otro, se le obliga á quedar en el centro del modo siguiente: sobre la chapa *H*, de que he hablado, se fixa una cruz de hilos de plata muy delgados, como los de los micrómetros; fórmase esta cruz con hilos dobles que dexan entre sí, en el centro de la chapa, un pequeño espacio quadrado, que siendo mayor que el diámetro de la vara, la permite subir y baxar entre los hilos, sin experimentar rozamiento sensible, y sin apartarse del centro: tambien suele suceder un efecto muy singular, y es, que quando toda la máquina está bien electrizada, la vara se contiene en medio de estos hilos casi sin tocarlos, porque siendo eléctrica como ellos continuamente les huye.

Supuesta esta descripcion, es fácil percibir, como produce su efecto este instrumento, mayormente si se tiene presente y se reflexîona este principio de Hidrostática

(*Véa-*

(*Véase* HIDROSTATICA.), que un cuerpo sumergido en el agua fluctúa ó se sumerge, segun es mas ó menos pesado que él, un volúmen de agua semejante al que ocupa. De aquí se sigue que un volúmen de agua igual al del huevo y de la parte de la vara que queda en el agua, quando todo está en reposo, pesa tanto como el huevo, la chapita, y toda la vara; luego si todo se levanta una pulgada, la potencia que lo sostendrá á esta altura, sostendrá un peso igual á un volúmen de agua de la magnitud de la vara, y de una pulgada de alto, pues el volúmen de agua que entonces ocupan el huevo y la vara, se ha disminuido igual cantidad; luego si varias potencias lo sostienen á 1, 2, 3, 4 pulgadas &c. de altura sobre el punto de reposo; estas potencias serán entre sí como estos números, esto es, dobles, triples, quádruplas &c.; pues la electricidad produce el mismo efecto en este instrumento, es decir, hace las funciones de una potencia que lo sostendria á 1, 2, 3, 4 pulgadas &c. sobre su punto de reposo; luego por su medio pueden medirse todos los diferentes grados de fuerza de esta virtud. En efecto, suponiendo por un instante toda la máquina compuesta del vaso *A B*, del huevo &c., colocada, como lo está, en *K* en la *fig.* 6 sobre un recipiente de vidrio, ó qualquiera otra materia que no dexe pasar la electricidad, y llegando á electrizarse el vaso *A B*, la vara *V* lo llegará tambien á conseguir como la chapa *L*. Mas todo el mundo sabe que los cuerpos eléctricos se repelen; y así la chapita *L* y la vara *V* repelidas por la chapa mayor *H*, se electrizan necesariamente mas ó menos segun la fuerza de la electricidad; luego esta no hará entonces, como lo he dicho mas arriba, las funciones de una potencia que sostuviese al instrumento á cierta altura; y como estas potencias son proporcionales á las alturas del instrumento sobre el punto de reposo, estas mismas alturas serán tambien proporcionales á las diferentes fuerzas eléctricas: lo qual prueba lo que aseguré, á saber, que nuestro instrumento mide exâctamente todos los diferentes grados de

la fuerza eléctrica: luego es un verdadero *Electrómetro*. Aun hay mas; este instrumento puede emplearse ya para hacer en grande muchos experimentos sobre la electricidad, ya para determinar las leyes de atraccion, de repulsion, de difusion, de transmision &c. de la electricidad; propiedad que no es menos importante que la de medir la fuerza eléctrica.

MODO DE HACER USO DE ESTE INSTRUMENTO.

Teniendo los cuerpos eléctricos el inconveniente de que no se les puede acercar sin quitarles la *Electricidad*, es claro que si uno se arrimase mucho al *Electrómetro* para juzgar de sus movimientos, con precision le robaria la *Electricidad*. Para remediar, pues, este inconveniente se coloca en una parte del quarto, en que se hacen los experimentos, una gran linterna, en la que se pone una vela gorda que arroja su luz por un agujero sobre uno ó dos *Electrómetros* situados como se ve en *K fig. 6*; detras de ellos se fixa un quadro *Q* muy sólido, cuya parte *X* es toda de madera, bien que puede ser de qualquiera otra materia opaca; ábrense en este quadro dos agujeros rectángulos ó ventanas *F T*, en las que se ponen vidrieras *G*, *G* que solo se hayan templado, señalando en ellas divisiones muy precisas con tinta de China bien negra.

Este quadro siempre debe estar colocado de modo que la proyeccion de los *Electrómetros* caiga sobre los vidrios; y por medio de la figura cónica que se da á la extremidad de la vara, forma en ellos una sombra muy limpia. Como estos vidrios son transparentes, el observador colocado detras de *F*, ve del modo mas distinto todas las diferentes elevaciones del *Electrómetro*, y así puede juzgar con la mayor precision de todas estas variaciones. Supuesto el plano del quadro perpendicular al horizonte, y subiendo ó baxando el *Electrómetro*, ó mas bien su vara en un plano paralelo, es evidente que la elevacion y la baxada de la

som-

sombra siempre son proporcionales á las del *Electrómetro.* Claro está que el quadro que acabo de describir podria no tener mas que una ventana; pero pudiendo servir de instrumento el *Electrómetro*, como dixe, conviene que haya dos, á fin de que colocados mas cerca el *Electrómetro* verdadero y el que solo sirve de instrumento, se les pueda observar con mas comodidad: en lo demas, el intervalo entre uno y otro debe ser á lo menos de 30 pulgadas.

La construccion de este *Electrómetro* manifiesta que tiene las propiedades esenciales á un instrumento de esta clase; porque 1.º siendo muy débil la fuerza eléctrica, se requiere un instrumento muy móvil y sensible: así es que un peso de 8 granos colocado encima de la chapita le hace baxar mas de 4 pulgadas.

Siendo la fuerza eléctrica muy mudable, es preciso un instrumento que no obrando á saltitos, pueda dar cada instante sus variaciones; y tendiendo este continuamente al reposo, y estando sostenido fuera de este estado por sola la repulsion de las chapas ó láminas, baxa al mismo momento que disminuye esta repulsion, y tambien sube en el instante que aumenta; de cuyo hecho nos aseguráron á *Arcy* y á mí innumerables experimentos.

En fin, es universal; pues se ve que el verdadero *Electrómetro* es la vara cilíndrica *V*, que determina por el número de sus partes elevadas sobre el punto de reposo la cantidad de la fuerza eléctrica, porque no es dificil tener una vara cilíndrica de una línea de diámetro. Es cierto que el diámetro de la chapita *L*, y su distancia á la mayor *H* en el punto de reposo, pueden producir algunas diferencias en la repulsion; pero es fácil observar todas estas proporciones; de suerte que qualquiera podrá hacer un *Electrómetro* que se eleve la misma cantidad con igual fuerza *eléctrica*; propiedad que me parece la mas notable de este instrumento, y la mas importante, como lo he observado arriba.

Quizá se opondrá, que la diferente densidad del agua

en los varios climas servirá de obstáculo á esta universalidad; pero sin embargo es constante que siempre que se haga una vara que descienda 4 pulgadas por 8 granos, se tendrá un *Electrómetro* que indicará con corta diferencia los mismos grados de la fuerza eléctrica que el nuestro; porque aunque en un pais cálido una vara igual fuese algo mas repelida, pues seria mayor que la nuestra, el exceso seria de tan poca quantía, que esta repulsion no podria entrar en comparacion con la de la chapa.

Finalmente, tambien podrá alegarse que las diferentes posiciones del *Electrómetro*, con respecto al quadro y á la linterna, mudarán sus elevaciones aparentes; pero en todos casos es fácil tener la relacion de estas elevaciones por el método siguiente. Habiendo colocado el *Electrómetro*, y dispuéstolo todo como para hacer experimentos, cárguese la chapita de este instrumento con 8 granos, por exemplo, y véase quantos grados baxa despues la sombra sobre el quadro; la suma de estos grados comparada con la que un peso igual haya hecho correr á la sombra de otro *Electrómetro*, en el que se haya practicado la misma experiencia, dará la relacion exâcta de sus elevaciones.

Atendida esta descripcion del *Electrómetro*, y el modo de emplearlo, podrá parecer á algunos poco cómodo por la mucha atencion que exîge, y por la necesidad que hay de obscurecer el lugar en que se hacen estos experimentos, para poder juzgar de sus elevaciones y de sus descensos; pero atendiendo á la naturaleza de la *Electricidad*, y á la imposibilidad de observar de cerca, como he dicho, los varios movimientos de los cuerpos *eléctricos*, se advertirá que lo que tiene de embarazoso este instrumento quando se hace uso de él, en cierto modo es conseqüencia necesaria de la naturaleza de la fuerza *eléctrica* que ha de medir.

ELECTROFORO. *Término de Electricidad.* Instrumento compuesto de dos chapas redondas de metal, una de las quales se ha cubierto por un lado solo de una capa

de

de materia resinosa; y la otra está pegada á cordones de seda, ó á una vara de vidrio, por medio de los quales se la puede aislar. Inventóle *Volta*, quien le llamó *Electróforo*, porque conserva durante muchisimo tiempo la electricidad que se le ha comunicado, y porque siempre que se le experimenta en dicho tiempo, da señales de esta virtud. En efecto, frótese con la mano seca, ó mejor todavia con una piel de liebre por el lado del pelo, la capa de resina que está sobre la chapa de metal; colóquese encima de esta capa de resina la otra chapa de metal, tocándola con la mano; quítese inmediatamente por medio de los cordones de seda; y se sacará una chispa con sólo presentarle la mano. Volviendo á colocar esta chapa de metal encima de la capa de resina, y quitándola como la primera vez, se sacará una nueva chispa; pudiendo repetir esto 50, 100 ó 200 veces y aun mas. Si se dexa esta chapa de metal sobre la capa de resina, en un lugar qualquiera, pero libre de la humedad, pasados muchos meses todavia se hallarán señales de *Electricidad* sin necesidad de nuevas frotaciones.

La construccion de este instrumento parece se funda en un experimento que hizo *Nollet*, y es el siguiente. Formó un cono de lacre vaciándolo en un vaso de vidrio con que se bebe, algo caliente, y ligeramente dado de aceyte en la parte interior; despues de enfriado este cono, y que le sacó del molde, le electrizó frotándolo con la mano, y últimamente le cubrió con el vidrio en que se habia vaciado: dexóle sin llegar á él ocho ó nueve meses, y todavia le dió señales de electricidad.

ELEMENTAL. Epíteto que se da á lo que pertenece á los elementos, ó procede de ellos. (*Véase* ELEMENTOS.)

ELEMENTAL. (*Redoma*) (*Véase* REDOMA ELEMENTAL.)

* ELEMENTOS. *Término de Física.* Seres simples de que pretenden se componen todos los demas. Los Físicos antiguos contaban quatro *Elementos*; á saber, la *Tierra*, el *Agua*, el *Ayre* y el *Fuego*; pero ¿en realidad son *Elementos* estas substancias?

Las

Las *tierras*, quales las hallamos, estan mezcladas de partículas pétreas, salinas, sulfurosas y metálicas; tienen propiedades muy diferentes unas de otras: luego no son seres simples, á no decir que una *tierra elemental* es la que no está mezclada ni con la piedra ni con ningun otro mineral; que por su naturaleza es seca; que no se disuelve en ningun disolvente; que no se mezcla con el agua, y resiste á la violencia del fuego sin convertirse en vidrio ni en cal. Si exîste una tierra como esta, puede mirársela como *Elemento*.

Despues que *Lavoisier*, la *Place*, *Monge* y *Meusnier* probáron con innumerables experimentos que el agua no es un ente simple, sino que se compone de 17 partes de oxîgeno, y 3 partes de hydrógeno; ó, lo que es lo mismo, de 85 partes de oxîgeno, y 15 partes de hydrógeno, midiendo por el peso (*Véase* Agua); no puede dudarse un solo instante de que el agua no es *Elemento*, como lo creyéron los Antiguos, que no la llegáron á descomponer.

El *Ayre*, ese fluido que respiramos, aun haciendo abstraccion de todos los vapores y exhalaciones que estan mezclados con él, tampoco es un ser simple, segun se habia creido; lo qual está bien probado en el dia; pues parece compuesto á lo menos de una parte muy propia para la respiracion y la combustion, llamada gas oxîgeno (*Véase* Ayre atmosferico); y de una mofeta, llamada *gas ázoe*, fluido en que se apagan al punto los cuerpos encendidos, y los animales se ahogan inmediatamente (*Véase* Gas azoe): luego no es *Elemento*.

Por lo que hace al *Fuego*, fluido que penetra todos los cuerpos, y que causa su incendio, si, como piensan los Físicos, es la misma materia que la que nos ilumina, no puede decirse que sea un ser simple, pues se compone de rayos tan diferentes unos de otros por su grado de refrangibilidad, y por los colores que nos hacen percibir: luego el fuego no es *Elemento*, á no ser que se pretenda que ca-

cada uno de sus rayos es una especie particular de *Elemento*, cuyo género es él mismo: en efecto, parece que cada rayo de luz, tomado separadamente, es un ente simple é indescomponible.

No siendo realmente *Elementos* las substancias que consideráron tales los Antiguos, es muy pobable que haya otras que son verdaderos *Elementos*, pero que todavía no conocemos, y que se descubrirán algun dia. *

Elementos de un planeta. Llámanse así los principales artículos de su teoría: tales son su longitud; la de su afelio; la de su nodo; los movimientos annuos de todos tres, la inclinacion y la excentricidad de su órbita; sus distancias á su astro central; su revolucion periódica; su revolucion sinódica, ó la vuelta de sus conjunciones &c., todo lo qual se hallará en el *Artículo* de cada uno, como tambien en el general de *Planeta*. (*Véase* Planeta.)

ELEVACION. *Término de Física*. Movimiento de un cuerpo que va de abaxo árriba; ó accion por la que un cuerpo se aparta continuamente del centro de la tierra.

[Los Peripatéticos atribuyen la *Elevacion* espontánea de los cuerpos á un principio de ligereza que les es inherente. (*Véase* Ligereza.)

Los Modernos niegan que haya tal ligereza espontánea, y prueban que todo lo que sube lo hace en virtud de algun impulso exterior. Así suben en la atmósfera el humo y demas cuerpos enrarecidos; el aceyte y las maderas leves en el agua, no por principio alguno exterior de ligereza, sino por el exceso de pesadez de las partes del medio en que se hallan estos cuerpos. (*Véase* Pesadez, Medio, Atmosfera, Fluido &c.)

La *Elevacion* de los cuerpos leves en un medio pesado se produce del mismo modo que la elevacion del platillo mas ligero de una balanza; no porque este platillo tenga un principio interior por el que tienda inmediatamente hácia arriba, sino porque es impelido á ello por la fuerza del contrapeso del otro platillo, produ-

duciendo el exceso de peso del uno dicho efecto por el aumento de su tendencia hácia abaxo. (*Véase esto con extension ó mas claro en los Artículos* PESADEZ ESPECIFICA, FLUIDO, BALANZA HIDROSTATICA &c.)

ELEVACION DE LOS CUERPOS SOBRE PLANOS INCLINADOS. (*Véanse sus leyes en el Artículo* PLANO INCLINADO.)

La *Elevacion* ó ascenso de los fluidos se entiende particularmente de la accion por la que suben sobre su propio nivel entre las superficies de los cuerpos que se acercan mucho á ser contiguos, ó en los tubos de los vidrios capilares, ó en las vasijas llenas de arena, de ceniza, ó de otras semejantes substancias porosas. (*Véase* FLUIDO.)

Este efecto se verifica tanto en el vacío como al ayre libre, en los tubos encorvados como en los rectos: algunos licores, como el espíritu de vino, y el aceyte de trementina, suben mas pronto que otros; executándolo algunos de un modo diferente de los demas. El mercurio no sube absolutamente sobre su nivel; muy al contrario, baxa; y por lo que hace al fenómeno de los tubos capilares y de sus causas (*Véanse con extension en el Artículo* TUBO CAPILAR.)

En quanto á los planos; dos láminas de vidrio, de metal, de piedra ó de otra materia, muy lisas y pulimentadas, dispuestas de modo que casi esten contiguas, producirán el efecto de muchos tubos capilares paralelos, y los fluidos se elevarán entre estos dos planos del mismo modo que en los tubos. Lo mismo puede decirse de una vasija llena de arena &c.; la multitud de los pequeños intersticios de que está llena, forma, para decirlo así, una especie de tubo capilar: el mismo principio se verifica en estos casos, y verosímilmente á la misma causa debe atribuirse la subida de la sábia en los vegetales.]

ELEVACION DEL POLO. (*Arco de*) *Véase* ARCO DE ELEVACION DEL POLO.)

ELIP-

ELIPSE. Línea curva que vuelve á entrar en sí misma; que tiene dos exes, uno mayor y otro menor, y dos puntos tomados en el mayor, llamados *focos*; y que es tal, que dos líneas rectas tiradas desde sus dos focos á un mismo punto qualquiera de la circunferencia, juntas son iguales al exe mayor. Sea la curva *AMBaMbA* (*Lám. II. fig.* 2); esta curva es una *Elipse*, cuya línea *Aa* es el exe mayor; la línea *Bb*, el exe menor; el punto *C*, el centro; los dos puntos *F*, *f*, tomados sobre el exe mayor, los dos focos; y en la que las dos líneas *BF* y *Bf*, ó las dos líneas *MF* y *Mf*, ó las dos líneas *bF* y *bf*, tiradas desde los dos focos á un mismo punto de la circunferencia, igualan juntas al exe mayor *Aa*.

Esto se demuestra por la construccion; porque si se atan sobre un plano las dos extremidades de un hilo *FMf* en dos puntos *F*, *f*, cuya distancia *Ff* sea menor que la longitud del hilo; y se emplea un estilo *M* para que este hilo siempre se mantenga tirante, conduciendo al estilo al rededor de estos dos puntos, de modo que vuelva al mismo punto de que habia salido, el estilo describirá en este movimiento una línea curva, que será una *Elipse*; es así que es evidente que en qualquiera punto de la circunferencia que se halle el estilo *M*, las dos líneas tiradas desde este punto á los dos focos *Ff*, se representan por la longitud del hilo, que siempre es la misma: luego la suma de estas dos líneas siempre es la misma, de qualquiera punto de la circunferencia que se hayan tirado á los dos focos *F*, *f*. No es menos evidente que la suma de estas dos líneas siempre es igual al exe mayor *Aa*; porque si el estilo *M* se halla en *A*, es claro que *MF* se vuelve *AF*, y que *Mf* se vuelve *Af*: del mismo modo quando el estilo *M* está en *a*, tambien es claro, que *Mf* se vuelve *af*, y que *MF* se vuelve *aF*, ó *af* mas *fF*; luego la suma de las líneas *Mf*, mas *MF*, es igual á dos veces *af*, mas *fF*;

 pe-

pero como se ve, *af* es igual á *AF*; luego la suma de las líneas *Mf*, mas *MF*, es igual á la suma de las líneas *af*, mas *fF*, mas *AF*, que es la longitud del exe mayor.

Todas las líneas rectas tiradas desde un punto de la circunferencia al otro, pasando por el centro *C*, son diámetros de la *Elipse*.

La *Elipse* es una de las secciones cónicas, esto es, es la figura que se consigue cortando un cono por un plano que sea obliquo al exe y á los dos lados del cono; pero de modo que la seccion pase por los dos lados del cono.

El área de la *Elipse* es igual al área de un círculo, cuyo diámetro siempre es media proporcional entre el exe menor y el mayor de la *Elipse*.

Kepplero descubrió que los planetas se mueven en curvas de esta especie, es decir, que cada planeta describe en su movimiento una *Elipse*, uno de cuyos focos está ocupado por su astro central. Y así los siete planetas primitivos, y los cometas describen al rededor del Sol *Elipses*, uno de cuyos focos está ocupado por el Sol: la Luna describe al rededor de la Tierra una *Elipse*, uno de cuyos focos ocupa la Tierra: los Satélites de Júpiter describen al rededor de este *Elipses*, uno de cuyos focos ocupa Júpiter: finalmente los Satélites de Saturno describen á su rededor *Elipses*, uno de cuyos focos ocupa Saturno.

Segun esta curva, se construyen tambien bóvedas acústicas, que tienen la propiedad de que hablando baxo en uno de los focos, oyen claramente lo que se ha dicho los que estan en el otro foco, al paso que las personas que se hallan entre los dos focos, nada oyen. (*Véase* BOVEDA ACUSTICA, y GABINETE Ó SALA DE SECRETOS.)

ELIPTICO. Epíteto que se da á todo lo que se ha formado por elipse, ó á todo lo que trae su orígen de la elipse: y así los planetas que se mueven en *Elipses*, se di-

dice, tienen un movimiento *Elíptico.* (*Véase* ELIPSE.)

ELONGACION DE UN PLANETA. Angulo, baxo del qual vemos la distancia de un planeta al Sol, reducido este ángulo al plano de la eclíptica; ó bien, es la diferencia entre el lugar verdadero del Sol, y el lugar del planeta propuesto.

La mayor *Elongacion* de *Venus* solo puede ser de 47 grados y 48 minutos; y la de Mercurio de 28 grados y 31 minutos. Por esta razon vemos tan rara vez á este último planeta; pues su gran proxîmidad al Sol, nos lo impide.

EMANACION. *Término de Física.* Acto por el que las substancias volátiles abandonan, evaporándose, los cuerpos á que pertenecen, ó, á lo menos, á los que estan adheridas.

Dáse tambien el nombre de *Emanacion* á las substancias mismas que se evaporan.

[No puede dudarse de que salen semejantes *Emanaciones* de los cuerpos que nos rodean; por exemplo, que las plantas y los animales transpiran; que los fluidos se evaporan: nadie duda tampoco de que los cuerpos olorosos despiden continuamente *Emanaciones*, y que por medio de estas excitan en nosotros la sensacion del olor. (*Véase* OLORES.)

Hay cuerpos que despiden *Emanaciones* continuas, sin que se disminuya sensiblemente su volúmen ni su peso, como la mayor parte de los cuerpos olorosos; pues la pérdida que experimentan con la continua emision de sus *Emanaciones* quizá se repara con la recepcion de otras *Emanaciones* semejantes de cuerpos de la misma especie, esparcidas en el ayre.

Estas *Emanaciones* obran con mucha eficacia en los cuerpos que se hallan en la esfera de su actividad; lo que prueba *Boyle* en un Tratado que escribió expresamente sobre la *sutileza de las Emanaciones*, en el que demuestra, 1º que el número de los corpúsculos que forman es-

tas *Emanaciones*; es sumamente grande; 2º que son de naturaleza muy penetrante; 3º que se mueven con muchísima velocidad, y en todos sentidos; 4º que muchas veces hay alguna semejanza, y otras, al contrario, una diferencia asombrosa entre el volúmen y la forma de estas *Emanaciones*, y los poros de los cuerpos que penetran, y en que obran; 5º que particularmente en los cuerpos de los animales, estas *Emanaciones* pueden causar grandes movimientos en la máquina; y de este modo producir notables mutaciones en la economía animal; finalmente que algunas veces tienen, para decirlo así, la facultad de sacar no pequeños auxîlios en sus operaciones, de los agentes mas universales que conocemos en la Naturaleza, como de la gravedad, de la luz, del magnetismo, de la presion de la atmósfera &c.

Las *Emanaciones* pueden extenderse á grandísimas distancias, como lo prueba el hecho siguiente, que segun algunos Autores es de gran peso. Nuestros vinos se enturbian en las botas precisamente al mismo tiempo en que se hallan las uvas en su grado de madurez, en los paises remotos, de donde se nos ha traido el vino; mas esta prueba no me parece muy convincente: porque ¿no podria decirse, que el ayre causa esta fermentacion, sin recurrir á partículas que despiden los cuerpos que fermentan? Una de las mejores pruebas que pueden alegarse de la distancia á que se extienden las *Emanaciones* es que muchas veces se reciben las de los cuerpos olorosos á distancia de muchas leguas. Ademas, tambien se prueba con varias observaciones, que la mayor parte de las *Emanaciones* conservan el color, el olor, y demas propiedades y efectos de los cuerpos de que provienen, verificándose esto aun despues que han pasado por los poros de otros cuerpos sólidos: así es que las *Emanaciones* magnéticas penetran hasta los cuerpos mas sólidos, sin padecer alteracion alguna en su naturaleza, ni perder grado alguno de su fuerza.

Mu-

Muchos Autores, á cuya frente está *Newton*, quieren que la luz sea efecto de una *Emanacion* de corpúsculos que se arrojan del cuerpo luminoso. Y si este sistema, que estriba en pruebas muy sólidas, fuera cierto, probaria quan sutiles pueden ser las *Emanaciones*, y á qué enormes distancias pueden llegar. (*Véase* LUZ y EMISION. *Véanse* tambien sobre las *Emanaciones* en general los (*Artículos*) OLORES, VAPORES, TRANSPIRACION, EXHALACION, ATMOSFERA &c.)

EMANACIONES. *Término de Electricidad.* Llámanse así aquellas impresiones que se sienten en la mano ó el rostro quando se les acerca á un cuerpo actualmente electrizado; y con corta diferencia son semejantes á las que causaria algodon cardado con ligereza, ó una telaraña que se hallára fluctuando en el ayre.

Estas impresiones se deben á la accion de la materia eléctrica efluente, que sale del cuerpo electrizado baxo la forma de rayos divergentes, por cuya razon son tanto mas sensibles, quanto está uno mas cerca del cuerpo electrizado; pues esta materia es tanto mas densa y veloz, quanto dista menos del lugar de su erupcion.

Iguales *Emanaciones* pueden sentirse presentando la mano á un cuerpo no electrizado, pero que está bastante inmediato á otro cuerpo actualmente eléctrico; con tal que este cuerpo no electrizado sea de la naturaleza de los que se electrizan fácilmente por comunicacion, y que se le presente la mano por el lado vuelto hácia el cuerpo electrizado; porque este cuerpo no electrizado suministra continuamente una materia afluente al otro cuerpo todo el tiempo que dura su electricidad.

Luego si solo se atendiera á esta señal de electricidad, y no se viera el aparato, por cuyo medio se comunica la virtud eléctrica, seria dificil determinar qual de los dos es actualmente eléctrico, pretendiendo que solo lo sea aquel en que obra el globo inmediatamente; pero yo creo que es preciso convenir en que ambos son ac-

actualmente eléctricos; pues ambos producen el mismo fenómeno de electricidad. (*Véase* CONDUCTOR.)

EMBOLISMICO. (*Mes*) Nombre que se da al mes XIII.º que se intercala en el año lunar para conservar siempre el principio de este año en la misma estacion. (*Véase* MES EMBOLISMICO, y CICLO LUNAR.)

EMBOLO. Parte de una bomba, que viene á ser una especie de tapon *I* (*Lám. XI, fig. 1*) *K* (*fig. 2*) *L* (*fig. 3*) *M* (*fig. 4*), que cierra exâctamente el cuerpo de bomba, en el que va y viene deslizándose alternativamente de abaxo arriba, y de arriba abaxo. Compónese de un exe de hierro *Af* (*fig. 6*), sobre el que se suelda una rodaja de cobre *E*, cuyo diámetro sea algo menor que el del interior del cuerpo de bomba. En la parte *f* del exe estan ensartadas dos ó tres rodajas de corcho ú otra substancia, de un diámetro algo mayor que el de la rodaja de cobre *E*, y entre las que se colocan, como se ve en *G*, rodajas de cuero, cuyo diámetro excede al de las rodajas de corcho quanto se necesita para cubrir todo el espesor de dichas rodajas de corcho: despues se atornilla en la extremidad del exe otra rodaja de cobre *B* ó *b* taladrada, y que lo cierra todo. Bombas hay, cuyo *Embolo L M* (*fig. 5*) está agujereado en el centro, y guarnecido en la rodaja superior *N* ó inferior *n*, de una válvula ó chapaleta, como se ve en *O*. (*Véase* VALVULA, y CHAPALETA.) Entonces en lugar de reunir las dos rodajas *N* y *n* por un exe; se juntan por medio de un tubo hueco *p*, sobre el que se ensartan las rodajas de corcho y de cuero; luego de todo este conjunto resulta una canilla *N n p* abierta de un extremo á otro, y llena de corcho y de cuero, como en *M*: sobre la rodaja superior *N* debe remacharse una horquilla *Q*, que dexe el juego libre á la válvula ó chapaleta, y que esté unida á la vara del *Embolo* por una cabeza abierta como la de un compas. El tubo *p* ha de ser del mayor diámetro posible, para que el agua pueda salir con anchura;

ra; sin cuya circunstancia forma una obstruccion que causa rozamientos perjudiciales á la velocidad del agua, y que exîgen mas fuerza para que juegue la bomba.

EMERSION. *Término de Astronomía.* En los eclipses totales se entiende por esta palabra el momento en que comienza un astro á salir de la sombra del que le eclipsó; y se llama *Emersion total* el instante en que el astro ha salido enteramente de la sombra.

EMERSION. *Término de Física.* Elevacion de algun cuerpo sólido sobre la superficie de un fluido que ha llegado á ser, ó que era ya especificamente mas pesado que él, y en que se habia arrojado ó sumergido con fuerza. Es ley conocida en la Hidrostática, que un cuerpo sólido sumergido con fuerza en un fluido mas pesado, se esfuerza inmediatamente despues en volver á subir; y esto con un grado de fuerza igual al exceso del peso de igual volúmen del fluido sobre el peso del mismo sólido; por exemplo, estando un sólido sumergido en un fluido de una gravedad específica doble de la suya, volverá á subir con una fuerza igual á la mitad de la con que baxaria al ayre libre, ó en el vacío; y subirá hasta que la mitad de su volúmen esté fuera del fluido, ó sobre la superficie; porque en este estado, su parte sumergida ocupará el lugar de una porcion de fluido, de un peso igual al del cuerpo entero, y por consiguiente la columna en que se halle este cuerpo, estará en equilibrio con las columnas adyacentes. (*Véase* FLUIDO, HIDROSTÁTICA, PESADEZ ESPECÍFICA, AREÓMETRO, BALANZA HIDROSTÁTICA.)

EMISION. *Término de Física.* Accion por la que un cuerpo despide ó hace salir, fuera de él, partículas de su propia substancia, ó de qualquiera otra que le está unida: es lo mismo que *Emanacion.* (*Véase* EMANACION.)

Preguntan los Físicos, y todavía no se han convenido, si la propagacion de la luz se hace por presion, ó

por

por *Emision*, esto es, si se comunica á nuestra vista por la accion del cuerpo luminoso sobre un fluido permanente entre él y nosotros, ó por la *Emision* de las partículas de la propia substancia del mismo cuerpo luminoso hasta nuestro órgano. (*Véase* PROPAGACION DE LA LUZ.)

* EMPIREUMA. Olor á fuego, ó á quemado, que toman las substancias animales y vegetales quando estan demasiado tiempo expuestas á la accion del fuego, como sucede, por exemplo, en la mayor parte de las destilaciones quando los vapores circulan demasiado en la cabeza del alambique, ó en la capacidad de la retorta. Casi todas las aguas destiladas adquieren este olor, que pierden dexándolas algun tiempo al ayre libre; y depende de una materia volátil que solo les está poco adherida, y que se disipa con bastante facilidad; pero no sucede así con los aceytes y materias oleosas que le han contraido, pues no se consigue que le pierdan del todo despues de muchas rectificaciones; lo que proviene de la íntima union que forma esta materia volátil y olorosa con las substancias aceytosas. Aun hay mas, sólo los aceytes son susceptibles de esta union, contrayéndola únicamente las demas substancias diferentes de los aceytes al favor de las partes oleosas que contienen. Segun refiere el sabio Químico *Macquer*, este es el mejor medio de reconocer la presencia de una substancia aceytosa, que no se manifestase por ninguna otra señal: luego si, dice, exponiendo una substancia qualquiera á la accion del fuego en vasijas cerradas, se advirtiese algun olor empireumático, seria prueba cierta de que esta substancia contenia aceyte. (Sigaud de la Fond, *Dicc. de Física.*)

* EMULSION. Es un licor aquoso en que se halla extendida, distribuida y dispersa, mas no disuelta, qualquiera materia oleosa, por el intermedio de una substancia mucilaginosa ó gelatinosa.

El estado del aceyte en las *Emulsiones* es la verdadera cau-

causa de que todas sean opacas, y de un blanco mate que se parece al de leche; pues esta es la apariencia que todos los cuerpos sin color bastante sensible dan á los cuerpos transparentes quando meramente se interponen y dividen hasta cierto punto.

Sin embargo hay una leve adherencia entre las partes del aceyte y del agua en las *Emulsiones*, uniéndose estas substancias heterogéneas de este modo entre sí por el intermedio de la materia mucilaginosa; porque el aceyte batido simplemente con agua solo le da por un instante la apariencia de una *Emulsion*; se separa inmediatamente que la mezcla dexa de agitarse, y acaba de reunirse en la superficie.

Todas las substancias vegetales y animales que contienen aceyte no combinado, y mucilago ó jalea, trituradas con agua, forman *Emulsiones*.

La mayor parte de las semillas y pepitas, todas las gomas y resinas, los xugos gomosos y resinosos, las yemas de huevo, son otras tantas materias emulsivas: finalmente los sucos lácteos de las plantas, la leche y el quilo de los animales deben mirarse como *Emulsiones* naturales.

El modo de hacer las *Emulsiones*, ó de sacar la leche de las semillas y pepitas llamadas *Emulsivas*, como las almendras dulces y amargas, y las pepitas de pepino, calabaza, adormidera, lechuga y otras infinitas, es muy sencillo y fácil. Quítase por medio del agua hirviendo el pellejo de aquellas almendras que son bastante gruesas para ello; límpianse y lavan las pequeñas: machácanse en un mortero de mármol con una mano de madera; añádese de quando en quando alguna agua para que el aceyte se mantenga separado, ó impedir que se junte; síguese machacando hasta que se haya reducido todo á pasta, añadiendo entonces en varias veces algo mas de agua, que siempre se mezcle con la pasta por medio de la mano del mortero; y esto forma en el momento un licor blanco y lácteo. La cantidad de agua que se debe añadir

 de-

depende del uso que quiera hacerse de la leche de almendras; si se ha de beber inmediatamente despues en leche, se pone bastante para que la *Emulsion* sea fluida como el agua, conservando sin embargo un hermoso blanco mate; si la *Emulsion* se ha de reducir á xarabe para conservarse, se le pone menos agua, y se hace una leche mucho mas fuerte y espesa. En uno y otro caso se cuela con un lienzo la *Emulsion*; se exprimen un poco las heces; y aun se las puede volver á picar, añadir alguna agua, y colarlo todo segunda vez para acabar de extraer bien toda la parte emulsiva.

En quanto á la *Emulsion* de yema de huevo, todavía es mas fácil; porque esta substancia, hablando con propiedad, no es otra cosa que una *Emulsion* ya hecha y concentrada; y para reducirla á leche basta desleirla en suficiente cantidad de agua tibia.

Todas estas *Emulsiones* sacadas de las substancias que tienen buen sabor, lo conservan, por lo que se emplean para comer y dulces, como para el uso de la Medicina; son dulcificantes en sumo grado, atemperantes y refrigerantes; por consiguiente convienen en las enfermedades inflamatorias, y en todos los casos de irritacion; pueden tomarse sin inconveniente por bebida, y aun á pasto; principalmente producen efectos muy saludables en las acrimonias de orina, y en todas las irritaciones de las vias orinarias. El medio de la *Emulsion* es seguramente el mejor para tomar los aceytes dulces y dulcificantes de los vegetales y animales; pero solo conservan esta virtud, mientras gozan de toda su dulzura natural; por lo que importa muchísimo emplear materias muy frescas y enteramente libres de la ranciedad á que estan muy expuestas, y que las hace perder todo su gusto y virtud.

La leche de los animales, la de las pepitas de los vegetales, la substancia del todo emulsiva y láctea de las yemas de huevo, al mismo tiempo alimentan y nutren muchísimo; por cuya razon el número asombroso de ani-

ma-

males que buscan con ansia todas las materias emulsivas para alimentarse, prueban que la materia de la *Emulsion* se colocó en las pepitas de los vegetales y en los huevos, que son cierta clase de semillas animales, al alcance de los botones de los árboles, embriones, fetus y recien nacidos, así vegetales como animales, para que les sirvieran de alimento al desenvolverse y crecer; siendo hecho constante que la leche de las semillas y almendras disminuye desde los primeros instantes de la germinacion, y desaparece del todo á medida que la plantecilla que con ella se ha alimentado, crece y adquiere bastantes fuerzas para sacar su sustento de la tierra. (Macquer, *Diccionario de Química.*) *

ENCARNADO. Uno de los siete colores primitivos, de que se compone la luz (*Véase* COLORES y LUZ.): el primero de todos, es decir, el mas fuerte y el menos refrangible; de suerte que todos los demas colores son mas débiles, mas refrangibles, y al mismo tiempo mas reflexîbles que el *Encarnado*; por cuyo motivo quando el ayre está cargado de nieblas, el Sol y la Luna nos parecen de este color; pues de todos los rayos de luz que nos vienen de estos dos astros, solo pueden llegar hasta nosotros los mas fuertes que son los *Encarnados*, y quizá los anaranjados, siendo los otros reflectados. Así es que en este caso nuestro globo con su atmósfera debe parecer de un color pálido, y que tire á azul, á los habitantes de la Luna, si los hay.

Los cuerpos que vemos *Encarnados* únicamente nos parecen tales porque su superficie reflecta los rayos *Encarnados* en mayor abundancia que á los demas.

ENCICLIAS. *Término de Física.* Así llaman los Físicos á aquellos círculos que se forman en el agua quando se dexa caer una piedra, y del modo que sigue explican su formacion. La piedra al caer hunde un poco las partículas de agua que se hallan debaxo de ella; lo qual obliga á que las inmediatas se levanten al rededor, forman-

do una especie de círculo mas elevado que la superficie del agua. Quando estas partículas de agua han subido quanto lo exîge el valor del esfuerzo que las ha impelido, caen para ponerse al nivel de las demas; pero al caer con aceleracion, al modo de todos los demas graves, empujan al agua inmediata, y tambien la hacen subir, lo que forma un segundo círculo, de un diámetro mayor que el primero. Esta porcion de agua elevada de este modo, volviendo á caer despues, hace que suba otra, la que cayendo como la anterior, comunica igual movimiento á la que la rodea, y así en lo sucesivo, hasta que el movimiento impreso al agua por la piedra, haya llegado á ser insensible, comunicándose á mayor cantidad de materia.

ENDECAGONO. Figura que tiene once lados y once ángulos, la que es regular quando todos los lados, y por consiguiente todos los ángulos son iguales. Para describir un *Endecágono* regular basta dividir un círculo en once arcos iguales, cada uno de $32 \frac{8}{11}$ grados, porque once veces $32 \frac{8}{11}$ hacen 360. La cuerda de cada uno de estos arcos será uno de los lados de este polígono; de suerte, que las once cuerdas de los once arcos formarán los once lados del *Endecágono* regular; porque todas estas cuerdas son iguales entre sí, pues sostienen arcos iguales entre sí.

Para tener la superficie de un *Endecágono* qualquiera, ya regular, ya irregular (*Véase* POLIGONO.).

Todos los ángulos interiores de un *Endecágono* qualquiera valen juntos 1620 grados; y para saber de quantos grados es cada ángulo interior de un *Endecágono* regular, debe partirse el número de grados que valen juntos todos los ángulos interiores, á saber, 1620 por 11, número de lados ó de ángulos del *Endecágono*; y el quociente $147 \frac{3}{11}$ da el valor de cada uno de estos ángulos.

ENEAGONO. Figura que tiene nueve lados y nueve

ve ángulos; la que es regular quando todos los lados, y por consiguiente todos los ángulos son iguales. Para describir un *Eneágono* regular, debe dividirse un círculo en nueve arcos iguales, cada uno de los quales sea de 40 grados, porque nueve veces 40 componen 360. La cuerda de cada uno de estos arcos será uno de los lados de este polígono; de suerte, que las nueve cuerdas de los nueve arcos formarán los nueve lados del *Eneágono* regular; porque todas estas cuerdas son iguales entre sí, pues sostienen arcos iguales entre sí.

Para tener la superficie de un *Eneágono* qualquiera, ya regular, ya irregular (*Véase* POLIGONO.).

Todos los ángulos interiores de un *Eneágono* qualquiera valen juntos 1260 grados; y para saber de quantos grados es cada ángulo interior de un *Eneágono* regular, debe partirse el número de grados que valen juntos todos los ángulos interiores, á saber, 1260 por 9, número de lados ó ángulos del *Eneágono*; y el quociente 140 da el valor de cada uno de estos ángulos.

ENERO. Nombre del primer mes de nuestro año, que comienza por él de órden de Cárlos IX, y tiene 31 dias. El 19 ó 20 de este mes entra el Sol en el signo de Aquario, y se llamó *Enero* de *Jano*, falsa divinidad, á la que daban los Romanos dos caras, y tambien de *Janua*, que significa *puerta*.

Cada mes tiene su *letra ferial*: la de *Enero* es A. (*Véase* LETRA FERIAL.)

ENFRIAMIENTO. Accion por la que un cuerpo pierde una parte de su calor, con lo que se enfria; luego la principal causa del *Enfriamiento* es el frio, ó mejor, el defecto de calor de los demas cuerpos que le estan inmediatos. Un cuerpo caliente, que está expuesto á un ayre frio, ó sumergido en agua fria, experimenta *Enfriamiento*, porque la materia del fuego (el calórico) que le penetra y que tiende á esparcirse uniformemente por todas partes, se escapa en cierta porcion de este cuerpo caliente, y pasa al

al fluido que le rodea, hasta que este cuerpo y el fluido hayan adquirido un temperamento comun y nuevo para ambos.

Otra de las causas del *Enfriamiento* de los cuerpos es la evaporacion de los liquidos que se hallan en su superficie; y este *Enfriamiento* es tanto mas pronto y grande, como lo dirémos en breve, quanto estos líquidos son mas volátiles y mas susceptibles de evaporacion. Sabido es que los habitantes de los paises cálidos se valen de este medio para refrescar las bebidas de que hacen uso.

La disolucion de ciertas sales en el agua suele ocasionar un gran *Enfriamiento*, por cuya razon sirven estas para enfriar nieve ó yelo machacado, hasta el punto de congelar licores que se sumergen en esta mezcla.

[En la *Historia del frio por Boyle*, publicada en Londres en 1665, se halla el orígen de todos los experimentos que se han hecho despues sobre esta materia; lo que nos precisa á dar un compendio de sus descubrimientos.

Asegurado de que en los climas templados, como en Inglaterra, la nieve ni el yelo machacado no bastaban para helar, y que esto se consigue con mas seguridad machacando juntamente nieve y sal marina, encontró que esta sal por sí sola no tenia dicha propiedad; consiguió producir yelo substituyendo á la sal marina, nitro, alumbre, vitriolo, sal amoniaca, y aun azúcar; bien que la mas eficaz de todas las sales es la marina.

Despues de estos experimentos ensayó *Boyle* si los ácidos sacados de las sales neutras por la destilacion tenian la misma propiedad; vertió sobre nieve buen espíritu de sal: *hallamos*, dice, *como nos lo habiamos temido, que aunque este ácido disolvia con bastante prontitud la nieve en que obró, su fluidez impidió que la nieve la pudiese retener bastante tiempo; precipitóse al fondo, y quedó demasiado poco mezclada con ella, para poder helar el agua contenida en un frasquito de olor*. El mal éxito de esta tentativa le hizo discurrir otro medio; puso en una botella de

de vidrio bastante gruesa nieve, sobre la que vertió cierta cantidad de espíritu de sal, debilitado; y agitó con fuerza la botella; y aunque no consiguió yelo, observó que el agua de la atmósfera se pegaba á la botella; creyó que el no haber salido mejor esta prueba que la primera debia atribuirse á que se habia valido de una botella demasiado gruesa: repitió, pues, su experimento con una botella mas delgada; y habiéndola sacudido mucho tiempo, observó que la humedad que se pegaba á ella, se helaba aunque poco. Haciendo estos experimentos, advirtió que las sales derretian siempre el yelo ó la nieve con que se las mezclaba; porque, dice, *debo observar aquí para siempre que el yelo ó la nieve mezclada con sales, sean las que fueren, se derrite*.

El aceyte de vitriolo que ensayó despues le dió un frio mas considerable; pero el ácido que presentó el mayor frio fué el espíritu de nitro. Tambien sujetó á sus experimentos el espíritu de vinagre, y el espíritu ácido del azúcar, los que produxéron un yelo muy delgado, que se derritió muy pronto: el espíritu de orina mezclado con nieve, heló la humedad que adheria á la botella; pero el yelo tenia poca consistencia. El espíritu de sal amoniaco hecho con la cal obra mas rápidamente, y el yelo que da es mucho mas sólido: habiendo vertido al mismo tiempo sobre nieve espíritu de orina y aceyte de vitriolo, producian yelo, pero con mucha lentitud.

Tambien hizo experimentos con sal gema, sublimado corrosivo, y sal amoniaco sublimados juntamente, azúcar refinado y sin refinar; y le saliéron bien. Una disolucion fuerte de potasa vertida sobre nieve produxo un poco de yelo; otra disolucion de sal de tártaro hizo el mismo efecto; pero el yelo era muy delgado: vertió sobre nieve que habia puesto en una botella, una disolucion de plomo en el ácido del vinagre, y la humedad del ayre que se habia pegado á la botella se heló; el espíritu de vino rectificado sobre la cal, vertido sobre nieve, produxo un yelo

mu-

mucho mas denso que ninguna de las mezclas anteriores; pues heló hasta la orina. En otra ocasion, el espíritu de nitro mezclado con nieve produxo tan gran frio, que no solo se pegó la botella al suelo en que se la habia puesto, sino que una porcion de vinagre destilado que se habia vertido encima, se heló allí formando una costra de yelo bastante densa, sin perder por esto su gusto salino. Tambien heló espíritu de sal, bien que débil, y muchos licores salinos, que formáron cristalizaciones regulares; aun del espíritu volátil de sal amoniaco sacado con cal, hizo cristales enteramente semejantes á los de la sal amoniaca; mas estos cristales se derretian tan pronto como se formaban.

Despues de haberse asegurado de que las sales solo producian frio, porque disolvian la nieve ó el yelo, era natural averiguar quales eran los líquidos que disolvian con mas prontitud al yelo; y he aquí los experimentos que hizo *Boyle* sobre el particular.

Primer experimento. 1.º *Un cilindro de yelo de una pulgada de largo, puesto en aceyte de vitriolo, se derritió en 5 minutos.*

2.º *Un cilindro de yelo de la misma dimension, puesto en espíritu de vino, en que le sumergió, se derritió en 12 minutos.*

3.º *Otro se liquidó en 12½ minutos en el agua fuerte.*

4.º *Otro en 12 minutos en agua pura.*

5.º *Otro tardó casi 44 minutos á derretirse en el aceyte de trementina.*

6.º *Otro gastó 64 minutos en derretirse al ayre.*

Segundo experimento. 1.º *Un cilindro de yelo semejante á los anteriores, se derritió en 3 minutos en el aceyte de vitriolo.*

2.º *En 13 minutos en el espíritu de vino.*

3.º *En 26 en el agua.*

4.º *En 47 en el aceyte de trementina.*

5.º *En 52 en el aceyte de oliva ó comun.*

6.º *En 152 al ayre.*

Pe-

Poco tiempo despues de haber publicado *Boyle* su Historia del frio, informó á la Sociedad Real de Londres de un experimento que se insertó en el N.º XV de las *Transacciones Filosóficas*; con el que pretende dar un medio de producir un frio considerable sin el auxîlio de nieve, yelo, granizo, viento, ni nitro, en todas las estaciones del año. Es el que sigue: *tómese una libra de sal amoniaca en polvo; disuélvase en tres libras de agua, poniéndolo en ella de una sola vez, si se quiere producir un frio muy considerable, pero de corta duracion; ó en dos ó tres veces, si se quiere tener un frio, á la verdad, menor, pero mas duradero; agítese la mezcla con un palito, un pedazo de ballena, ó qualquiera otra cosa que no esté sujeta á la accion de la sal, á fin de acelerar la disolucion; pues de esto depende el éxîto del experimento.* Quando el tiempo es á propósito, el frio que se produce por este medio llega algunas veces baxo del término del yelo: *Boyle* consiguió tambien producir yelo en un tiempo muy corto.

Farenheit, tan conocido por sus termómetros de mercurio, descubrió en 1729 un medio nuevo de producir un frio mucho mayor que todos los que se habian observado hasta entonces en la Naturaleza, pues hizo baxar su termómetro á 40 grados baxo de 0, esto es, 72 baxo del término de congelacion.

Este medio que nos ha conservado *Boheraave* en su *Química, Part. I, Tratado del Fuego, pág. 87 de la edicion en 4.º de Paris, año de 1733*, consiste en verter sobre yelo machacado buen espíritu de nitro; quando el termómetro ha baxado quanto puede, se decanta el agua producida por el derretimiento del yelo, que se debe al ácido nitroso; viértese segunda vez espíritu de nitro, lo que se repite hasta que el termómetro ya no baxa: todavia se produce un frio mas considerable, teniendo la precaucion de enfriar el mismo espíritu de nitro, manteniéndole en el yelo sobre el que se ha vertido otro espíritu de nitro. No hace mucho qne se consiguió en Rusia con-

gelar el mercurio por este medio, haciendo el experimento en un tiempo sumamente frio.

Reaumur, despues de la invencion de su termómetro, se halló en estado de determinar con mas exâctitud de lo que se pudo hasta entonces, el grado de frio que cada sal era capaz de producir mezclándola con el yelo, y la proporcion en que debia mezclarse para dar el mayor de los frios que puede ocasionar. He aquí el resultado de sus experimentos qual se halla en las *Memorias de la Academia de las Ciencias para el año de 1734*.

El borrax solo dió al yelo medio grado de frio debaxo de la congelacion.

La cal viva dió uno y medio.

El vitriolo verde ó de marte dos; la sal de Glauber no dió mas.

La sosa y la ceniza de madera verde diéron tres cada una.

El nitro mas refinado $3\frac{1}{2}$.

El azúcar 5.

La sal de sosa $6\frac{1}{2}$.

El álkali fixo de tártaro, el de la sosa y la sal de vidrio 10 cada uno.

La sal marina 15.

La sal gema 17.

La potasa $17\frac{1}{2}$, y la menos buena 16.

Yelo machacado, y la mitad de su peso de espíritu de nitro llevado al grado de congelacion, hiciéron baxar el licor en el termómetro á 19 grados baxo de la congelacion.

Espíritu de nitro y yelo enfriados hasta el punto de tener 14 grados de frio, produxéron un frio que hizo baxar el licor del termómetro á $23\frac{1}{2}$ grados.

Yelo y espíritu de nitro enfriados á este punto le hiciéron baxar á 25 grados.

El espíritu de sal produxo tres quartos de grado de frio menos que el espíritu de nitro.

Es-

Espíritu de vino, al que *Reaumur* habia hecho tomar 19 grados de frio, rodeando á la botella en que estaba de yelo enfriado á este punto, vertido en yelo enfriado al mismo grado, hizo baxar el termómetro á $21\frac{1}{2}$ grados.

Convencido por estos experimentos, de que con yelo y sal enfriados, se podian producir grados de frio mayores que los que dan, quando se les mezcla juntamente, teniendo solo cada uno el frio de la congelacion, ó un frio menor, mezcló yelo y sal marina que tenian cada uno 14 grados de frio, y que estaban muy secos; pero no se hizo fusion alguna, y por consiguiente no se produxo frio; mas habiendo vertido sobre el yelo agua cargada de sal marina y fria de 8 á 9 grados, el yelo y la sal se derritiéron, é inmediatamente aumentó el frio de las materias que se derretian, de suerte que el termómetro baxó á $17\frac{1}{2}$ grados, dos grados y medio mas baxo que el término ordinario del frio del yelo y de la sal marina; de lo que infirió que por este medio se podria con yelo y sal enfriados mas y mas, producir grados de frio muy subidos.

A fin de determinar en general la proporcion de las sales para helar, y producir el mayor frio que pueden, observa *Reaumur*, que haciéndose solo el *Enfriamiento* quando se derrite el yelo, es preciso emplear la cantidad, ya de materia sólida, ya de líquida, necesaria para derretir el yelo. Y así la proporcion mas eficaz de la mezcla de una sal con yelo, seria la que el agua puede mantener en disolucion, si la sal pudiese mezclarse en partes infinitamente pequeñas con el yelo sumamente dividido; pero como esto no es posible, es preciso poner un poco mas de sal de la que puede disolver el agua, para que toque á mayor cantidad de yelo, y acelere mejor su disolucion.

Reaumur acaba su Memoria con la siguiente observacion: *observé*, dice, *que para producir nuevos grados de frio, es indispensable que del yelo derretido y de la materia, sea sólida, sea líquida, se haga un nuevo líquido*; *de donde*

 pro-

procede una regla para conocer los licores, que mezclados con el yelo, son capaces de producir frio en él. Todos los licores aceytosos que no pueden mezclarse con el agua, serán infructuosos, como me sucedió con aceytes gruesos, como el de linaza, ú otros mas sutiles, como el espíritu de aceyte de trementina que vertí inútilmente sobre el yelo; los que pueden derretirse, mas no pueden mezclarse con el agua que nace de la fusion, y por lo mismo son incapaces de producir nuevos grados de frio.

Richman en otra Memoria que se halla en el Tomo 1º de las nuevas *Memorias de la Academia Imperial de Petersburgo, para los años 1747 y 1748*, dice haber observado:

1º Que un termómetro que se saca del agua, y se expone al ayre, aun quando su temperamento es superior ó igual al del agua de que se le saca, baxa siempre.

2º Que despues vuelve á subir hasta que ha llegado al grado del temperamento de la atmósfera.

3º Que el tiempo que emplea en baxar es menor que el que gasta para volver á subir.

4º Que quando el termómetro que se ha sacado del agua ha llegado al grado del temperamento del ayre, está seca la bola.

5º Pero que está húmeda mientras permanece baxo de este grado; de donde infiere,

6º Que á sola esta humedad debe atribuirse el descenso del mercurio en el termómetro, pues de qualquiera modo que se haya producido esta humedad, baxa el termómetro, é indica el temperamento del ayre, en el momento en que está seco.

7º Que este descenso del mercurio ya es mayor, ya menor. *Mayran* hizo con corta diferencia las mismas observaciones. Ademas vió que se aumentaba el *Enfriamiento*, ó, á lo menos, que se aceleraba el descenso del licor del termómetro soplando encima de él, ó agitándole al rededor, y dice, que el experimento siempre sale mejor en un tiem-

tiempo seco por el viento del Norte, y quando el mercurio está muy alto en el barómetro, que en tiempo húmedo por el viento del Sur, quando está muy baxo el barómetro. (*Véase la Disert. sobre el yelo, edicion de 1749, en 12º.*)

Este fenómeno fué para nuestros dos Físicos un manantial de conjeturas é hipótesis, que no referimos porque se hallan suficientemente refutadas por las observaciones de *Cullen*, Profesor de Medicina en la Universidad de Glasgow, pues fué el primero que demostró que se debia á la evaporacion del líquido. Compendiarémos aquí la Memoria que leyó sobre el asunto á la Sociedad de Edimburgo el 1º de Mayo de 1755.

Habiendo observado uno de sus Discípulos, que quando, despues de haber sumergido un termómetro en el espíritu de vino, se le llegaba á sacar y á exponerle al ayre, baxaba el mercurio siempre dos ó tres grados, aunque este espíritu se hallase al temperamento de la atmósfera, y aun mas baxo; este hecho unido á lo que habia leido en la Disertacion de *Mayran* sobre el yelo, le hizo conjeturar, que los fluidos en evaporacion podrian producir frio, lo qual le obligó á hacer nuevos experimentos para verificar esta conjetura.

Comenzó, pues, repitiendo los experimentos que se habian hecho con el espíritu de vino, y, á pesar del mucho cuidado que puso en que su espíritu de vino estuviese exâctamente al mismo temperamento de la atmófera, halló que el termómetro baxaba constantemente muchos grados, siempre que le sacaba, y que continuaba baxando, mientras estaba mojada la bola. Observó tambien que si, quando la bola comenzaba á secarse y á subir el mercurio, se la sumergia de nuevo en el espíritu de vino, y se la sacaba inmediatamente, baxaba mas el mercurio; y que repitiendo esta maniobra, se podia producir un frio muy sensible. Por último, observó que este frio se aumentaba agitando el termómetro al ayre entre cada nueva inmersion,

sion, soplando sobre la bola con un fuelle, durante el tiempo que estaba mojada de espíritu de vino, y aun agitando el ayre de qualquiera otro modo.

Pero lo que confirma mas y mas su conjetura es, que el espíritu de sal amoniaca sacado por la cal, el éter de *Frebenio*, el éter nitroso, la tintura volátil de azufre, el espíritu de vino, el espíritu de sal amoniaca sacado por el álkali fixo, el aguardiente, el vino, el vinagre, el agua, el aceyte esencial de trementina, el de yerbabuena y el de biengranada, le presentáron igual fenómeno. Estos diferentes licores producian frio, evaporándose de encima de la bola del termómetro, unos mas y otros menos, segun el órden con que los hemos referido, de modo que parece que la energía con que estos varios fluidos en evaporacion producen el frio, sigue con corta diferencia la relacion de su volatilidad.

Los hechos que siguen confirman tambien esta teoría: un termómetro suspendido en el recipiente de una máquina neumática baxa dos ó tres grados, siempre que se extrae el ayre; mas quando ha quedado algun tiempo en el vacío, vuelve á subir hasta el grado del temperamento de la atmósfera; y quando se dexa entrar ayre exterior, sube todavia dos ó tres grados mas.

Colocando baxo del recipiente de una máquina neumática un vaso lleno de espíritu de vino en el que se sumerja un termómetro; al extraer el ayre, baxa el termómetro muchos grados; pero mucho mas sensiblemente quando el ayre sale con abundancia del espíritu de vino: como este fluido suministra ayre mucho tiempo, se necesita bastante para que el termómetro vuelva á subir al temperamento del ayre exterior. Si, quando está detenido, se le saca del espíritu de vino, y se le mantiene suspendido en el vacío, baxa muy rápidamente 8 ó 9 grados, mucho mas de lo que hubiera descendido en el ayre en iguales circunstancias. El espíritu de sal amoniaca hecho con cal y los dos éteres, presentáron los mismos fenómenos, en los experimentos que se hiciéron en

el

el vacío; y aun sucedió una vez, que *Cullen*, habiendo tomado un vaso lleno de éter nitroso, en el que estaba sumergido un termómetro que señalaba el temperamento de 53 grados, en un vaso mayor que llenó de agua, habiendo extraido el ayre, y dexado los vasos algunos minutos en el vacío, halló la mayor parte del agua helada, y al vaso que contenia el éter, rodeado de una costra de yelo dura y gruesa.

Estos son los hechos que han recogido los Físicos sobre la produccion artificial del frio, los que pueden reducirse á quatro fenómenos principales.

1º Todos los líquidos en evaporacion son capaces de enfriar los cuerpos de encima de los quales se evaporan.

2º La solucion de las sales neutras en el agua va acompañada de un *Enfriamiento* tanto mas considerable, quanto esta solucion es mas pronta.

3º Todo lo que es capaz de liquidar al yelo, y de mezclarse con el agua que resulta de su derretimiento, aumenta la energía de la propiedad que tiene de enfriar los cuerpos á que está aplicada.

4º La aplicacion de ciertos ácidos á algunas sales neutras, principalmente á la sal amoniaca y á los álkalis volátiles, causa un frio sensible.]

* Sabido es que la *inflamacion* aumenta quando el cuerpo abrasado se halla unido á una cantidad proporcionada de materia capaz de inflamarse tambien; porque entonces se desprende mas y mas calórico combinado, que pasa al estado de libertad. Al contrario, el *calor* no se comunica sin debilitarse; porque entonces no se desprende nuevo *calórico*; y el que ya estaba en libertad solo se extiende en un espacio mayor, y de este modo llega á ser mas ralo en el cuerpo que comunica el calor. La disminucion de calórico en este cuerpo se llama *Enfriamiento*.

Así como los cuerpos se calientan con mas prontitud unos que otros, del mismo modo no se enfrian con igualdad en un tiempo dado; ni se conoce bien la ley segun la que

que se verifica esto, sin embargo de lo que, puede decirse en general, *que el calor se comunica en razon de las masas*, por cuyo motivo se siente mas frio en las manos, quando se toca mármol ó metal en invierno, que quando se toca madera ó telas, que son menos densas, aunque sea uno mismo el temperamento de tòdos estos cuerpos; pues el *Enfriamiento* de la mano es la pérdida que ella misma experimenta de una parte de su calórico, comunicándola al cuerpo que toca: y esta comunicacion es proporcional, ó poco mas ó menos, á la densidad del cuerpo tocado.

Pero quando las materias que se tocan ó se mezclan, son de igual naturaleza, *el exceso de calor de la mas caliente se comunica á la menos caliente en razon de los volúmenes*. Mezclando dos pintas de agua, siendo el temperamento de una de ellas de 20 grados, y el de la otra de 50; el temperamento de la mezcla será de 35 grados; á saber, 20 grados de calor comun, mas 15 grados, mitad de 30, exceso de 50 sobre 20. Si con una pinta de agua calentada hasta los 40 grados se mezclan dos pintas de 10 grados, el calor de la mezcla será de 20 grados; porque los 30 grados, exceso de 40 sobre 10, se repartirán entre las tres pintas, que cada una tiene 10 grados de calor comun. Tambien se hallará qual debe ser el temperamento de la mezcla, sumando todos los grados de calor, y dividiendo el producto por el número de los volúmenes; el quociente de la division indicará el temperamento que se busca. $40 + 10 + 10 = 60$, que divididos por 3, dan 20. Del mismo modo, en el primer exemplo, $20 + 50 = 70$, que divididos por 2 dan 35.

Los cuerpos calientes comunican una porcion de su calórico á los que estan menos calientes, y á que tocan; lo qual manifiesta por qué se derrite el yelo enfriando las botellas; bien que este *Enfriamiento* es mucho mas considerable de lo que dan las reglas arriba establecidas; porque en este caso una gran cantidad de calórico se combina con el yelo, para hacerle pasar al estado de líquido; y como el

el calórico combinado no excita grado alguno de calor sensible, no calienta al agua que proviene del yelo, aunque la pérdida que del mismo calórico experimentan las botellas las enfrie: luego entonces se pierde calor.

Luego el ayre frio que toca á cuerpos mas calientes que él, recibe una porcion de su calórico; y de este modo disminuye tanto mas su calor, quanto mas se renueva; por cuya razon sentimos mas frio, quando estamos expuestos al ayre, que quando nos guarecemos de él.

No siendo el *Enfriamiento* otra cosa que una disminucion de calor, debe verse que cesan en un cuerpo que se enfria todos los efectos del fuego (*Véase* Fuego.): 1.º lo que era llama pasa á ser humo denso; la evaporacion se entibia, ó cesa enteramente: 2.º las materias liquidadas se hacen menos fluidas, y vuelven á tomar despues su primera consistencia: 3.º el volúmen, aumentado por el enrarecimiento, se reduce á límites mas estrechos.

Quando todo esto sucede con lentitud, las partes se aproxîman proporcionalmente, y en su órden natural; la masa vuelve á tomar su primer estado, y pasa á ser qual era antes que experimentase la accion del fuego; y mas, si esta accion no le ha quitado ninguno de sus principios; lo que le sucede al oro que se ha derretido, y que despues se ha dexado enfriar, pues vuelve á ser lo mismo que era antes de su fusion, conservando toda su densidad.

Pero un *Enfriamiento* demasiado pronto causa algunas veces efectos muy diferentes; disminuye con tanta prontitud la movilidad respectiva de las partes, que las fixa antes que hayan podido disponerse en el órden que les conviene; estas partes no se tocan perfectamente; y el cuerpo solo toma una consistencia incompleta: lo que le sucede al acero que se templa; así es que entonces es mas quebradizo, y su densidad menor que antes del temple. Lo mismo les acontece á los vasos de vidrio que no tienen un espesor igual en todas sus partes, y que se han dexado enfriar demasiado pronto: sus partes solo adhieren débil-

mente entre sí; y no debe extrañarse, que estos vasos se quiebren muchas veces por sí mismos, sin haberles dado golpe alguno. Para precaver este inconveniente, despues de haberlos fabricado, se les vuelve á cocer, esto es, se les pone en un horno caliente hasta cierto punto, y se les dexa enfriar con mucha lentitud: del mismo modo se modera tambien por el *recocido* la propiedad demasiado quebradiza del acero. (*Véase* Acero.)

No hay cuerpo alguno absolutamente frio, qual seria el que no contuviese calórico alguno en el estado de libertad: jamas se ha hallado ninguno de esta especie; pues no se conoce el zero del calor; luego el frio no es otra cosa que un calor menor; y por consiguiente no es una qualidad positiva, y sí solo relativa. Un cuerpo es frio respecto de este, y parece que calienta respecto de aquel: el yelo en que se sumerge un termómetro, le hace baxar, si sale de un ayre templado; y le haria subir si saliese de una mezcla de sal y de yelo. En invierno hallamos las cuevas calientes, y frias en verano, aunque su temperamento sea con corta diferencia el mismo en todas las estaciones, lo qual proviene de que quando baxamos á estos subterráneos, en invierno salimos de un ayre frio, y en verano salimos de un ayre caliente. Tambien puede acontecer, que una misma persona halle la misma substancia caliente y fria en un mismo instante; y para convencerse de esta verdad, cuídese de tener una de las manos bien fria, y la otra bien caliente; hágase sacar un cubo de agua del pozo; sumérjanse en él ambas manos: con la mano que esté fria se hallará esta agua caliente; y con la caliente se hallará fria.

Todo cuerpo de cuya superficie se evapora algun fluido, se enfria; y tanto mas, quanto es mas pronta la evaporacion de este fluido.

Experimento. Llénese de agua una bola delgada de termómetro, y una parte de su tubo; sumérjase esta bola en el agua; sáquesela de ella, y agítese en el ayre; la evaporacion se verificará; el agua baxará en el tubo, enfrián-

do-

dose: y repitiendo muchas veces seguidas la misma operacion, se conseguirá con un poco de paciencia, hacer que se yele el agua de la bola; luego *la evaporacion enfria los cuerpos*. Si, en lugar de sumergir esta bola en el agua, se la sumerge en el espíritu de vino, y mejor en el éter, siendo mas pronta la evaporacion, será mayor el *Enfriamiento*, y el agua se helará antes: luego &c.

La razon de este *Enfriamiento* es, porque una substancia no puede pasar al estado de vapores sin combinarse con bastante cantidad de calórico, por cuyo medio se quita una porcion de este mismo calórico al cuerpo de encima del qual se evapora la substancia; y su escasez ocasiona el *Enfriamiento*. He aquí por qué hasta que uno se ha enxugado bien, siente frio al salir del baño, aun quando el ayre al que pasa sea mas caliente que el baño. Los cazadores y militares saben aprovecharse de este medio de enfriar para refrescar en el campo ó campamentos, para lo qual envuelven sus botellas en lienzos mojados, y las exponen al sol, á fin de que sea mas pronta la evaporacion; en lo que hacen muy bien por lo gustoso y sano que es el beber fresco. (*Véase* CALORICO.) Brisson, *Tratado Elemental de Física*. *

ENGISCOPIO. Es lo mismo que *Microscopio*. (*Véase* MICROSCOPIO.)

ENRARECIDO. Epíteto que se da á los cuerpos que han adquirido un volúmen mayor del que tenian, sin que se haya aumentado su materia propia. (*Véase* RAREFACCION.)

ENRARECIMIENTO. (*Véase* RAREFACCION.)

* ENSAYE. Llámanse *Ensayes* las operaciones de Química que se hacen en pequeño para determinar quanto metal ú otra materia se contiene en un mineral; ó bien para fixar la ley del oro y de la plata. Hablarémos sucesivamente de una y otra especie de *Ensaye*.

* ENSAYE DE MINAS. Antes de hacer los *Ensayes* de las minas, se deben tener conocimientos preliminares sobre

la naturaleza de los diferentes minerales metálicos. Cada especie de metal tiene sus minas propias é impropias, con su caracter y aspecto particular; de suerte que los que estan acostumbrados á verlas conocen poco mas ó menos, á la simple vista, al peso, y por algunas otras qualidades que no exîgen operacion alguna, qué especie de metal contiene un mineral. Un buen Ensayador ha de saber todo esto para hacer de pronto las operaciones oportunas y convenientes al mineral que quiere exâminar. (*Véanse* en este Diccionario todos los METALES y SEMI-METALES, y tambien MINAS.)

Como los metales estan repartidos casi siempre en las minas con mucha desigualdad, se expondria el Ensayador á hacer ensayos muy falsos y erróneos si no tomase antes todas las precauciones que se requieren para tener un resultado medio. Consíguese esto tomando pedazos de mineral de los diferentes filones, si hay muchos, ó de diferentes lugares de un mismo filon: machácanse juntos estos pedazos de mineral con su ganga; mézclase todo con muchísima exâctitud, y se toma la cantidad de esta mezcla, que se juzga á propósito para hacer el *Ensaye*: llámase esto *partir una Mina*.

Como regularmente se hacen los *Ensayes*, sobre todo los primeros, en pequeño, acostumbran los Ensayadores tener un pesito muy fino, con todas las subdivisiones relativas al peso de los trabajos por mayor ó en grande; es decir, al quintal, ó á un peso de cien libras, á las libras, onzas, dracmas &c., con lo que su peso de *Ensaye* es un quintal imaginario. Este quintal de *Ensaye* y sus subdivisiones varían en razon de la diversidad de los pesos en los diferentes paises; lo qual no dexa de ser bastante incómodo para el cálculo, quando se quieren comparar estos varios pesos unos á otros. En los Tratados de *Docimástica*, y principalmente en el de los *Ensayes* de *Schultter*, traducido al Francés, y muy aumentado por *Hellot*, se hallan tablas de estos pesos; pues contiene todas las noticias indivi-

dua-

duales que convienen para el asunto.

Por lo regular se acostumbra tomar para quintal de *Ensaye*, un peso real de una dracma, que en Francia pesa 72 granos; pero como estos 72 granos representan 100 libras, cada grano no puede representar una libra, por lo que es de una libra y de un quebrado de libra, lo que causa mucha dificultad para hacer los pesos de subdivision, y es embarazoso para el cálculo: luego es mucho mejor hacer este quintal imaginario de 100 granos reales, como lo practican en el dia la mayor parte de los Químicos y Ensayadores, pues entonces representando los granos con exâctitud libras, pueden subdividirse y calcularse con la mayor facilidad: este quintal de *Ensaye* es muy bueno, y basta para las minas de plomo, cobre, estaño, hierro, antimonio, bismuto y mercurio.

Pero en quanto á las minas que contienen plata, y sobre todo, oro, como este metal precioso por lo regular se halla en ellas en muy corta cantidad, y casi siempre es preciso separarle de la plata que le acompaña, seria muy dificil pesar con exâctitud el pequeño pallon ó boton que darian, si solo se les ensayase al peso real de 100 granos; y mucho mas dificil todavia separar el oro que ocultarian. Por esta razon se emplea para el *Ensaye* de esta especie de minas, un quintal imaginario, diez y seis veces mayor, esto es, que pesa 1600 granos reales, que representan 1600 onzas, que son las 100 libras ó el quintal. Representándose en él la onza por un grano, se puede con mucha comodidad dividir este grano en sus diferentes quebrados; 12 granos de este quintal imaginario corresponden á $\frac{5}{48}$ de grano real: esta última cantidad es notable, y puede pesarse con exâctitud en las balanzas de *Ensaye*, que quando estan bien construidas, son capaces de caer con un peso infinitamente menor.

Despues que se ha pesado muy exâctamente un quintal de la mina que se quiere ensayar, y que ya se ha partido, co-

como diximos mas arriba, se la tuesta dentro de una cazuela baxo de la mufla; lávase si es necesario; en una palabra, practícanse en pequeño las mismas operaciones que en grande; y se hacen las adiciones en debida proporcion segun su naturaleza. Los fundentes que se mezclan con la mina para los *Ensayes*, regularmente son tres, quatro ó cinco partes de fluxo negro, una, dos ó tres de borrax calcinado, y la mitad menos de sal comun decrepitada. Quanto mas refractaria es la mina, mas porcion de estos fundentes es preciso añadir: despues se derrite, ya en la *forja*, ya en un *horno de fusion*, ya en un *horno de Ensaye*.

Lo esencial para que salgan bien los *Ensayes*, es emplear toda la atencion y exâctitud posibles, que en este punto nunca son demasiadas; pues la menor falta en el peso, ó el menor desperdicio de la materia, pueden causar errores tanto mayores, quanto mayor es la desproporcion del peso de las materias en que se opera, con respecto al peso de las mismas materias en los trabajos en grande: luego es indispensable hasta ser nimios en lo que mira á la exâctitud de estas operaciones. Por exemplo, debe tenerse una balancita de *Ensaye* sumamente fina; conviene no pesar el quintal de mina, hasta despues de haberlo reducido á polvo grueso, qual debe ser para tostarla, por la mengua que no puede menos de verificarse en esta pulverizacion; y quando se tuesta la mina es preciso cubrirla con una cazuela inversa, porque la mayor parte de las minas estan expuestas á saltar al principiar á sentir el calor. En la fundicion debe procurarse aplicar el justo grado de calor necesario, á fin de que se haga bien, y salga completa; dar golpes al rededor del crisol con las tenacitas, despues de verificada, para facilitar el desprendimiento de las partes del régulo de entre las escorias, y ocasionar que baxen y se reunan en un solo residuo, y no quebrar el crisol hasta que esté perfectamente enfriado.

Conócese, quebrando el crisol, que la fundicion ha sali-

lido bien, quando las escorias son limpias, compactas, muy iguales; quando no han saltado del crisol, ó no le han penetrado; quando no contienen ningunos granos metálicos; quando su superficie es lisa, y se hunde hácia en medio, formando una especie de tolva: y por lo que mira al residuo, debe estar muy unido, sumamente compacto, sin agujeros ni rebolliduras, con una superficie limpia y convexâ. Separásele con exâctitud de las escorias; límpiase con la escobilla; y finalmente se le pesá en la balanza de *Ensaye*: despues de bien hecha la operacion, su peso da á conocer la cantidad de metal que suministrará cada quintal real de la mina en el trabajo en grande.

A la menor duda que se tenga acerca del éxîto perfecto del *Ensaye*, debe volverse á comenzar; y aun vale mas hacer varios *Ensayes* de una misma mina; pues rara vez sucede, por bien hechos que esten, que entre ellos no se hallen algunas pequeñas diferencias; y entonces, tomando un resultado medio, es fácil aproxîmarse quanto se puede, al verdadero producto de la mina.

Finalmente, como por estos *Ensayes* se procede á hacer las excavaciones y el establecimiento de las fundiciones en grande, lo qual es sumamente costoso, conviene hacer la prueba de este modo con diez ó doce libras reales de mineral; para cuyos *Ensayes* medios deben los Ensayadores estar provistos de hornos y herramientas necesarias para ellos.

Por exemplo, para ensayar una mina de plomo, de las que no son demasiado refractarias, se toma uno ó muchos quintales de ella en polvo grueso; tuéstase en una cazuela hasta que ya no se exhalen ningunos vapores sulfurosos; machácasela mas; mézclase exâctamente con el doble de su peso de fluxo negro, la quarta parte de su peso de limaduras de hierro no enmohecidas, y de borrax (estas dósis son de *Cramer*); pónese esta mezcla en un buen crisol, ó, mejor, en una cazuela; cúbrese con dos ó tres dedos de sal comun decrepitada; tápase la cazue-

zuela con su cobertera; colócase en un horno de fusion; llénase este de carbon negro, de modo que la parte superior del crisol ó de la cazuela esté muy cubierta; pónense algunas ascuas encima del carbon negro, al que se dexa se encienda por sí mismo lo mas poco á poco que ser pueda, hasta que el crisol esté medianamente enroxecido: pasado algun tiempo se oye un silbido dentro del crisol, causado por la reduccion del plomo, durante la qual, como en las de los demas metales, se verifica cierta efervescencia, efecto del desprendimiento de un *gas*; mantiénese el fuego en el mismo grado, mientras se oye dicho ruido; é inmediatamente que cesa, se aumenta de repente el fuego lo bastante para que haga se derrita la mezcla: déxasela derretir bien un quarto de hora; despues de lo qual se enfria, y se concluyó la operacion.

Las limaduras de hierro que entran en la mezcla sirven para absorber el azufre, del que por lo regular queda cierta cantidad unida á la mina de plomo despues de la torrefaccion. No hay que temer que este metal se una con el plomo, y altere su pureza; porque aun quando el azufre que encuentra no se lo impidiese, se sabe que estos dos metales no pueden alearse; tampoco debe temerse que la qualidad refractaria del hierro se oponga á la fusion; pues la union que contráe con el azufre le hace tan fusible, que mas bien llega á ser entónces una especie de fundente.

Sin embargo, seria inútil esta adicion de hierro en el *Ensaye* de la mina de plomo, si se supiera con certeza que la mina se tostó de modo que absolutamente no le quedó azufre.

Rara vez sucede que las minas de plomo no contengan plata, y aun suelen contener una cantidad muy considerable; por cuya razon siempre que se hace el *Ensaye* de una de estas minas, despues de recogido y pesado exâctamente el residuo de plomo, debe pasarse á la copela, para determinar la cantidad de fino que contiene

es-

esta mina; y como tambien acontece que contengan oro, debe sujetarse dicho residuo en la copela al *Ensaye* de refinadura, á fin de asegurarse de ello. *Véase* la Docimástica de *Cramer*, la Obra de *Schlutter*, traducida al Francés por *Hellot*, y la Química metalúrgica de *Gellert*. (*Véanse* tambien los Artículos MINAS y TRABAJOS DE LAS MINAS.)

ENSAYE DE LA LEY DE LA PLATA. El método que se emplea para determinar el grado de pureza de la plata, que se llama su ley, consiste en mezclarla con una cantidad de plomo, proporcionada á la cantidad de metales imperfectos, con los que se la supone aleada; en pasar despues esta mezcla á la copela, y finalmente en pesar el boton ó pallon de plata fina que queda. La pérdida que experimenta esta plata por la copelacion, da á conocer la cantidad de metales imperfectos con que estaba aleada, y por consiguiente de qué ley era.

Esto manifiesta que el *Ensaye* de la plata no es otra cosa que la afinacion de este metal por medio de la copelacion; y la única diferencia que hay entre estas dos operaciones, es que quando se copela plata solo para afinarla, regularmente se conoce su ley; se la mezcla con la cantidad de plomo que se requiere, y se la pasa á la copela sin necesidad de asegurarse de su mengua durante la operacion; al paso que en el *Ensaye*, es absolutamente necesario valerse de todos los medios posibles para cerciorarse, con la mayor exâctitud, de la pérdida que experimenta la plata por la copelacion. La primera de estas operaciones, ó la simple afinacion de la plata, se executa en grande en la explotacion de las minas de plata, ó en las Casas de la Moneda, en donde suelen tenerse grandes cantidades de plata que afinar. La segunda siempre se hace en pequeño, porque cuesta menos, y por otra parte es mas fácil operar con toda la atencion y exâctitud que se requiere: de esta última operacion tratamos ahora, y hé aquí como se hace.

Supónese desde luego, que la masa ó la barra de plata que se quiere ensayar, se compone de 12 partes perfectamente iguales, sea qual fuere el peso absoluto de esta barra; cuyas 12 partes se llaman *dineros*. Y así, si la barra de plata es de una onza, cada uno de estos dineros será una duodécima parte de onza; si es de un marco, cada dinero será un duodécimo de marco; si es de 20 marcos, cada dinero será un duodécimo de 20 marcos &c: por la misma razon, si la masa de plata no tiene liga alguna, y absolutamente es pura, se llama *plata de 12 dineros*: si contiene un duodécimo de su peso de mezcla, se dice que la plata es de 11 dineros: si contiene dos duodécimos ó un sexto de liga, la plata solo es de 10 dineros; y estos dineros ó partes de plata se llaman *dineros de fino*.

Conviene observar en quanto á estos dineros, que los Ensayadores tambien llaman *dinero*, un peso de 24 granos reales, esto es, el tercio de una dracma, que en la Medicina se llama un *escrúpulo*. Es preciso cuidar de no confundir este dinero, peso real, con el dinero de fino, que no es mas que un peso ideal ó proporcional; lo qual puede suceder tanto mas fácilmente quanto para la mayor precision, el dinero de fino se divide como el dinero real en 24 granos; pero los granos del dinero de fino son ficticios y proporcionales como este dinero: llámanse granos de fino.

Luego una barra de plata fina, ó de 12 dineros, contiene 288 granos de fino. Si esta barra contiene $\frac{1}{288}$ de liga, se dice que es de 11 dineros y 23 granos; si contiene $\frac{2}{288}$ ó $\frac{1}{144}$ de liga, la plata solo es de 11 dineros y 22 granos; si contiene $\frac{14}{288}$ ó $\frac{7}{144}$ de liga, solo es de 11 dineros y 10 granos, y así en lo sucesivo: finalmente el grano de fino tiene sus quebrados comunes $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ de grano &c.

De-

Debe saberse tambien, que como los *Ensayes* para la ley de la plata siempre se hacen en pequeño, los Ensayadores solo toman una corta porcion de una barra para sujetarla á la prueba, y es costumbre, á lo menos en Francia, tomar media dracma ó 36 granos reales, cuyo peso corresponde á 12 dineros de fino; y se subdivide en un número suficiente de otros pesos menores, que por consiguiente corresponden á diferentes quebrados de los dineros y granos de fino; con lo que el peso de 18 granos reales, que es la mitad del anterior, corresponde á 6 dineros de fino: el de 3 granos corresponde á un dinero ó 24 granos de fino: el de un grano y medio, siempre peso real, corresponde á 12 granos de fino; y así de los demas hasta $\frac{1}{32}$ de grano real, que corresponde á $\frac{1}{4}$ de grano fino, cuyo quarto de grano fino solo es $\frac{1}{752}$ de una masa de 12 dineros. Este peso real de *Ensaye* para la plata, con sus divisiones, se llama *dineral de plata*, porque tambien lo hay para el oro, llamado *dineral de oro.*

Claro está que unos pesos tan pequeños, como tambien las balanzas destinadas á pesarlos, y que se llaman balanzas de *Ensaye*, han de ser sumamente finos. Estas balanzas son muy chicas, estan suspendidas y encerradas en una caxa guarnecida de vidrios, no solo para libertarlas del polvo, mas tambien para impedir que el movimiento del ayre no las agite; y no alteren la operacion quando se hace uso de ellas.

Para hacer el *Ensaye* de una masa ó barra de plata, se acostumbra hacerlo doble; á cuyo fin se cortan dos semi-marcos ficticios, cada uno de los quales puede ser de 36 granos reales ó iguales al peso principal del dineral. Estas dos porciones de plata se han de pesar con la mayor exâctitud, y se han de haber tomado la una de debaxo, y la otra de encima de la masa ó de la barra.

Los que estan acostumbrados á esta clase de traba-

jos conocen casi á una mirada, poco mas ó menos, de qué ley es la plata, ó pueden valerse de la piedra de toque para conocerlo con corta diferencia; lo qual arregla la cantidad de plomo que debe emplearse para el *Ensaye*, debiendo en general ser esta cantidad proporcionada á la de la mezcla de la plata.

Sin embargo, nada se ha determinado con exâctitud sobre esta proporcion del plomo con la de la mezcla; y los Autores que han tratado de esta materia varian entre sí. Los que piden mayor cantidad de plomo se fundan en que de este modo es mas seguro destruir toda mezcla de la plata; los que prescriben la menor cantidad, aseguran que esto es necesario porque el plomo siempre se lleva algo de fino: cada Ensayador tiene su práctica particular, que sigue con preferencia á otra qualquiera.

Los Ministros ilustrados, en cuyos Departamentos paran estos asuntos, conociendo los grandes inconvenientes que habian de resultar de semejantes incertidumbres, tomáron las mas prudentes medidas para desterrarlos. *Hellot*, *Tillot* y yo, Químicos de la Academia de las Ciencias, fuimos nombrados para deponer de todo lo relativo á los *Ensayes* del oro y de la plata por medio de experiencias auténticas, hechas en presencia del Ministro, á cuyo Departamento correspondia este asunto, y de los Magistrados de la Junta de Moneda.

Resultó con certeza de estas averiguaciones, que el plomo hace que siempre entre un poco de plata en la copela, por lo que estableció el Reglamento que para plata de afinacion se requieren dos partes de plomo sobre una de plata; para plata de vaxilla de 11 dineros y 12 granos, quatro partes; para plata de 11 dineros y mas baxo, seis partes; para la de 10 dineros y mas baxo, ocho partes; para la de 9, diez; para la de 8, doce; para la de 7, catorce; finalmente; para la de 6 dineros y mas baxo, diez y seis partes de plomo.

Escógense dos copelas iguales en magnitud y peso, siendo

do costumbre que pesen tanto como el plomo que se emplea en el *Ensaye*, porque se ha observado que son las que pueden beber todo el litargirio que se forma durante la operacion. Colócase una á lado de otra baxo de la mufla en un horno de *Ensaye*; enciéndese el horno; enroxécense las copelas, en cuyo estado se las mantiene una buena media hora antes de poner en ellas cosa alguna, precaucion necesaria para secarlas y calcinarlas perfectamente, pues si contuviesen algunas partes de humedad ó de materia inflamable, ocasionaria esto ruido y efervescencia en el *Ensaye*.

Quando las copelas estan caldeadas hasta que blanquean, se pone en cada una de ellas la cantidad de plomo que se ha determinado; avívase el fuego con solo admitir mucho ayre por el cenicero, á cuyo fin se abren sus puertas, hasta que el plomo, que pronto está derretido, esté roxo, humee y se agite con un movimiento que se llama de *circulacion*, quedando muy descubierto, esto es, hasta que su superficie esté muy lisa y limpia.

Entonces se pone en cada copela la plata reducida á chapitas, para que se derrita con mas prontitud, continuando en avivar el fuego, y aun aumentando el calor por medio de ascuas colocadas en los agujeros de la mufla: mantiénese este calor hasta que la plata se haya *unido con el plomo*, esto es, esté bien derretida y perfectamente mezclada con este metal; quando el *Ensaye* circula ya bien, se disminuye el calor, quitando todas ó parte de las ascuas que se hallan en los agujeros de la mufla, y cerrando mas ó menos las puertas del horno.

Débese graduar el calor de modo que los *Ensayes* tengan una superficie notoriamente convexâ, y parezca que arden en las copelas que entonces estan menos candentes; que el humo que de ellas sale suba casi siempre á la bóveda de la mufla; que continuamente se verifique una undulacion en todos sentidos á la superficie de los *Ensayes*, lo que se llama circular; que su medio sea liso, y que

que esten rodeados de un circulito de litargirio que continuamente embeben las copelas.

Mantiénense los *Ensayes* en este estado hasta el fin de la operacion, esto es, hasta que estando el plomo y la mezcla bien embebidos en la copela, y no viéndose ya la superficie de los pallones que entonces se cuaja, cubierta de una película de litargirio, se vuelva de repente viva, brillante, y de un hermoso lustre, lo que se llama dar la vuelta; y si se ha conducido bien la operacion, en ambos *Ensayes* deben verificarse estos fenómenos al mismo tiempo, ó á muy corto intérvalo uno de otro. Quando la plata se ha afinado bien, inmediatamente despues de dichos fenómenos, se ve la superficie del pallon cubierta toda de colores de iris, que undulan, cruzándose unos á otros con mucha rapidez, y entonces se cuaja el pallon.

El fuego es un punto esencial en los *Ensayes*; pues importa mucho que ni sobre ni falte el calor, porque en el primer caso se escorifica el plomo, y pasa á la copela con tanta prontitud, que no tiene tiempo de escorificar y llevarse consigo toda la mezcla de la plata; y en el segundo se junta el litargirio en la superficie, y no penetra la copela; entonces dicen los Ensayadores que el *Ensaye* se ha *sofocado* ó *anegado*, no adelantando el *Ensaye*, porque como el litargirio cubre la superficie del metal, la liberta del contacto del ayre, que es absolutamente necesario para la calcinacion de los metales.

Arriba indicamos las señales de un *Ensaye* que va bien: conócese que tiene demasiado calor, quando la superficie del metal derretido es sumamente convexâ; es agitado por una calcinacion demasiado fuerte; la copela está tan ardiente, que no se pueden distinguir los colores que la da el litargirio penetrándola; finalmente, quando el humo que se levanta de encima del *Ensaye*, llega hasta la bóveda de la mufla, ó no se advierte absolutamente, lo qual sucede, no porque ya no lo haya entonces, sino porque es tan roxo, y tan ardiente, como todo el interior de

la

la mufla, que no se le puede distinguir. En este caso debe disminuirse el calor, cerrando el cenicero; y aun algunos Ensayadores ponen al rededor de las copelas pedacitos oblongos y frios de arcilla cocida, á que llaman *instrumentos*.

Si el metal derretido tiene, al contrario, una superficie aplanada y muy esférica con respecto á su masa; la copela parece sombría; el humo del *Ensaye* solo arrastra por la superficie; es muy débil la circulacion; las escorias semejantes á gotas brillantes solo tienen un movimiento lento, y no se embeben en la copela: entonces no queda duda de que el calor es demasiado débil; y con mayor razon quando el metal se cuaja ó se congela, como dicen los *Ensayadores*. Verificándose esto, debe aumentarse el calor, abriendo el cenicero, colocando gruesas ascuas en los agujeros de la mufla, y aun interponiendo otras entre las copelas; pero todavía es mucho mejor, como observa muy bien *Ferner*, procurar no incurrir en este último inconveniente, dando mas bien un calor demasiado fuerte, que demasiado floxo; pues el exceso de calor no es tan perjudicial al *Ensaye*.

Comiénzase avivando el fuego inmediatamente que el plomo se halla en las copelas, porque las enfria, y es necesario que se derrita pronto, y que la cal que se forma en la superficie al instante que está derretido, tambien se funda por sí misma y convierta en litargirio, pues siendo esta cal mucho menos fusible que el plomo, llegaria á ser muy dificil de derretir, si se juntase en cierta cantidad.

Despues de puesta la plata dentro del plomo descubierto, debe avivarse mas el fuego, no solo porque esta plata enfria mucho, sino tambien porque es mucho menos fusible que el plomo; y como deben producirse todos estos efectos lo mas pronto que se pueda, se ha de dar mas calor del que se requiere; por cuya razon, quando la plata se ha mezclado con el plomo, se disminuye el fuego á

á fin de restituir los *Ensayes* al grado de calor que se requiere.

Durante toda esta operacion, el calor debe siempre ir en aumento por grados hasta el fin, ya porque la mezcla metálica se vuelve tanto menos fusible, quanto disminuye la cantidad de plomo, como porque quanto mayor se hace la porcion de plata, respecto á la de plomo, mas dificil de escorificar es este último metal, defendido por el primero: por esta razon se hace de modo que los *Ensayes* tengan mucho calor al dar vuelta.

Finalizada la operacion se dexan tambien las copelas en el mismo grado de calor durante algunos momentos para dar tiempo á las últimas porciones de litargirio, de embeberse del todo, pues si quedase alguno baxo de los pallones, se adheririan á él. Hecho esto, se apaga el fuego, y se enfrían por grados las copelas, hasta que los pallones esten cuajados enteramente, sobre todo si son algo grandes; porque si se enfriasen con demasiada prontitud, cuajándose su superficie exterior, y contrayéndose antes que la parte inferior se hallase en el mismo estado, comprimiria con mucha fuerza á esta última, la que se escaparia rápidamente, formaria vegetaciones, y aun tallos, reventando la parte exterior cuajada. Llámase este inconveniente *vegetacion de pallon*, y debe evitarse con gran cuidado en los *Ensayes*, porque algunas veces saltan de la copela pequeñas partículas de plata: finalmente quando no queda duda alguna en que estan bien cuajados los pallones de *Ensaye*, hasta en su interior, se les saca con un hierrecito, para separarlos de la copela, quando todavía estan muy calientes, porque entonces se desprenden fácilmente, al paso que quando todo está enfriado, sucede muchas veces que adhieren á la copela de modo que se llevan consigo partecillas, por lo que se les limpia perfectamente con la escobilla.

Acabado esto, ya solo se trata de pesar con mucha exâctitud estos pallones en la balanza de *Ensaye*; y la cantidad que

que hayan disminuido por la copelacion, indicará con precision la ley de la masa ó barra de plata ensayada.

Debe observarse que como casi no hay plomo alguno que no contenga naturalmente plata; y como esta despues de la copelacion se halla confundida con el pallon, cuyo peso aumenta, es muy esencial conocer, antes de hacer uso del plomo en los *Ensayes*, la cantidad de plata que contiene naturalmente, para rebaxarla del peso del pallon de *Ensaye*; á cuyo fin pasan los Ensayadores cierta cantidad de su plomo solo á la copela, y pesan con exâctitud el palloncito que dexa; ó tambien puede ponerse en una tercera copela una parte del mismo plomo que se emplea en los *Ensayes*, y de igual peso al que entra en un *Ensaye*; y hecha la operacion, quando se va á pesar, se pone del lado de los pesos el palloncito dexado por el plomo solo, y al que llaman el *testigo*, porque evita muchos cálculos. Los Ensayadores para no detenerse en estas menudencias, regularmente buscan plomo que no contenga plata, qual es, segun afirman, el de *Willach* en Carintia, que por lo mismo es muy estimado.

En segundo lugar se observará que siempre pasa cierta cantidad de fino á las copelas, como se advirtió hace mucho tiempo en las afinaciones en grande, y que lo mismo se verifica en los *Ensayes* ó pruebas en pequeño, como tambien, que esta cantidad puede variar segun la materia y la forma de las copelas; cuyos objetos se determinároṅ con la mayor precision en los experimentos arriba mencionados, y que aun despues continuó *Tillet* con una exâctitud escrupulosa, segun puede verse en las *Memorias de la Academia, años de 1763 y 1769.*

La copelacion que acabamos de describir es puntualisimamente la misma para los *Ensayes* con que se determina el producto de una mina de plata, ó que la contiene: mas como tambien suele suceder que esta mina contenga oro, y aun algunas veces en cantidad bastante considerable, conviene, quando se hacen esta clase de *Ensayes*,

 re-

refinar los pallones que se han conseguido ; y es preciso saber con anticipacion que la plata ensayada es muy rica en oro, quando los pallones tienen un ojito que amarilléa. (*Véase* PLATA.) Macquer, *Diccionario de Química.* *

* En México y el Perú se muele la mina, se tuesta, se lava, y despues se tritura con mercurio en calderas de cobre llenas de agua sostenida siempre al calor de la ebulicion: agítase todo esto por medio de los molinos de aletas; despues se exprime la amalgama en un cuero; se calienta la amalgama para sacar el mercurio, y queda la plata sola.

Este método es defectuoso: 1º el fuego volatiliza una porcion de muriate de plata, que abunda en estas minas: 2º las lavaduras se llevan una porcion del óxîde de plata; y por último el mercurio no se amalgama, ni con los muriates de plata, ni con los sulfates.

Quando conviene trabajar las minas de plata mineralizadas por el azufre ó el arsénico, se tuestan, muelen, lavan y funden con plomo: este metal se apodera de toda la plata, separándola despues por la copelacion.

Quando es pobre la mina de plata, se funde esta con la pírita de cobre, y se liquída la mezcla. (*Véase* PLOMO.) Chaptal, *Elementos de Química.* *

ENSAYE DE LA LEY DEL ORO. El peso ficticio para determinar la ley del oro, y el peso de dineral para el *Ensaye* de este metal, son muy diferentes de los de la plata. Una masa qualquiera, ó una barra de oro perfectamente puro, ó que no contiene parte alguna de mezcla, se divide idealmente en 24 partes que se llaman *quilates*: por consiguiente es oro de 24 quilates; si contiene $\frac{1}{24}$ de su peso de mezcla, solo es de 23 quilates; si contiene $\frac{2}{24}$ ó $\frac{1}{12}$ es únicamente de 22 quilates, y así en lo sucesivo.

Esto manifiesta que el quilate del oro solo es un peso relativo y proporcional, de suerte que el peso real del

qui-

quilate varía segun el peso total de la masa de oro que se exâmina. Si esta es de un marco, el peso real del quilate será $\frac{1}{24}$ de 8 onzas, ó 2 dracmas, 2 dineros á 24 granos el dinero; si la masa es de una onza, su quilate pesará realmente $\frac{1}{24}$ de onza, ó 24 granos; si solo es de un dinero, ó de 24 granos, el peso real de su quilate será de un grano, y así en lo sucesivo.

Para mayor precision, el quilate del oro se divide en 32 partes, que no tienen otro nombre que de *treinta y dos avos* de quilate, que son pesos proporcionales y relativos, como el quilate al que dividen; y así, $\frac{1}{32}$ de quilate de oro es $\frac{1}{32}$ de $\frac{1}{24}$ ó $\frac{1}{768}$ de una masa de oro qualquiera; y el oro que solo contiene $\frac{1}{768}$ de mezcla, se llama oro de 23 quilates $\frac{31}{32}$: el oro que solo contiene $\frac{2}{768}$ ó $\frac{1}{384}$ de mezcla se llama oro de 23 quilates $\frac{30}{32}$, y y así en lo demas.

En Francia el peso real, ó el dineral establecido para el oro es de 24 granos, peso de marco; luego este peso representa, ó mas bien, realiza los 24 quilates; con lo que cada quilate llega á ser un grano real; cada *treinta y dos avo* de quilate, se vuelve un *trienta y dos avo* de grano &c.

Sin embargo se tolera que los Ensayadores no tomen mas que 12 granos, y aun 6 granos para su peso llamado dineral; pero la exâctitud y sensibilidad de sus balanzas han de ser muy grandes para pesos tan pequeños como los de los quebrados de un peso principal ó dineral, que tambien por sí es pequeño.

Quando se trata de hacer el *Ensaye* de una masa ó de

de una barra de oro, se cortan, ó deben cortarse 24 granos que se pesan con exâctitud; por otra parte se pesan 72 granos de plata fina; pásanse estos dos metales juntos á la copela, empleando con corta diferencia diez veces mas de plomo que oro hay; condúcese precisamente esta copelacion como la en que se hace el *Ensaye* de la ley de la plata, excepto que se calienta con alguna mas viveza al fin, quando está para dar la vuelta el pallon; y entonces se halla el oro libre de toda mezcla que no sea plata. El que quiera saber quanto cobre ú otra mezcla destructible en la copela contenia, pese con exâctitud el pallon que queda; y la disminucion que se encuentra en la suma del peso del oro y de la plata, da la cantidad de esta mezcla.

Despues se aplana este pallon sobre el tas de acero, haciéndole recocer á medida que se bate, para que no se abra; redúcese de este modo á una laminita que se arrolla en forma de corneta, y despues se hace la refinadura por el agua fuerte. La disminucion que se halla en el peso del oro despues de la refinadura, da á conocer la cantidad de mezcla que contenia este oro.

Luego el *Ensaye* de la ley del oro se hace por medio de dos operaciones, la primera de las quales, que es una copelacion, le quita todo lo que contiene de metales imperfectos; y la segunda, que es la refinadura, separa toda la plata que contiene. Otra operacion hay que es la purificacion del oro por el antimonio, que es una especie de refinadura seca; con cuya operacion sola se separan á un tiempo los metales imperfectos y la plata aleadas con el oro; pero esta purificacion no es susceptible de gran precision para que pueda servir para el *Ensaye*, ó determinacion de la ley del oro. (*Véase* ORO, PLATA, ENSAYE DE LA LEY DE LA PLATA.) Macquer, *Diccion. de Química.* *

* ENSAYES DE LAS MINAS. Los *Ensayes* de las minas por lo comun tienen por objeto, ó determinar la cantidad de metal perfecto, ó la cantidad de metal imperfecto que contiene una mina.

I. Ensayes para los metales perfectos. Para sacar la plata de estas minas por via docimástica, se requiere: 1º escorificar las tierras y los minerales en que se halla: 2º unir la parte separada al plomo; esta parte que se separa es un metal al que está unida la plata: 3º separar el metal imperfecto del perfecto por la copela.

Estas tres operaciones en rigor pueden hacerse á un tiempo uniendo la mina con el plomo; pues toda mina puede ensayarse con plata, añadiendo bastante plomo; y segun lo refractaria que es, se aumenta la cantidad.

Aunque inmediatamente se pueda poner la mina sobre el plomo de la copela, con tal que esto se haga en varias veces, y que esté tostada; y conseguir la plata que contiene por la copelacion; sin embargo se prefiere unir la mina al plomo en un vaso aparte, para tener el plomo argentífero, libre de las escorias de la ganga. Llámase esta operacion *imbibicion*, y se hace en un catino para escorificar, que es una especie de crisol ancho por arriba.

La cantidad de plomo depende de la mayor ó menor fusibilidad de la mina; así es que ocho quintales de *Ensaye* bastan para una mina fusible; y si es refractaria, se aumenta la cantidad de plomo, y se emplean hasta diez y seis quintales. En esta operacion conviene, si la mina es rebelde, avivar ó disminuir el calor, á fin de que el plomo pueda obrar mejor en la ganga; y quando la mina es sumamente refractaria, se toman, ademas de los ocho quintales de plomo, dos quintales de vidrio de plomo, añadiendo en varias veces seis quintales de fluxo negro, y de hierro al principiar la escorificacion.

Obtiénese un residuo que se copela.

El mismo método se emplea para las minas de oro; pero como el pallon conseguido por medio de la copela, puede contener, ademas del oro, plata, se le derrite con tres partes de plata, y se separa el oro por medio de la refinadura.

II. Ensayes para los metales imperfectos. Puede sa-

sacarse el metal que contiene una mina fundiéndola despues de tostada con algun fluxo reductivo; y aunque este método general pueda aplicarse á casi todas las minas, hay otros que convienen mas segun la naturaleza de la mina: expondrémos algunos de los principales, descubiertos últimamente.

Para el *Ensaye* de las minas de plomo, el método mas sencillo es el que se acaba de introducir en el *Hartz*, y consiste en mezclar la mina pulverizada y sin tostar, con quatro quintales de potasa, y en mantener la mezcla una hora en fusion. El álkali disuelve el azufre de la mina, forma un hígado de azufre, que por la accion del fuego se descompone: el ácido vitriólico se une al álkali, y el flogisto del azufre se disipa en parte, y en parte sirve para la reduccion del plomo que se halla en el fondo del crisol.

Por lo que hace á las minas de cobre, uno de los mejores métodos consiste en fundirlas, despues de bien tostadas, con una mezcla de partes iguales de espato fluor, de cal pulverizada, y de un octavo de polvo de carbon.

Entre todos los métodos el que merece mas confianza es el que con tanto ingenio propuso *Exschaquet*, sabio Metalúrgico. Este gran Químico, conociendo quan dificil era despojar suficientemente las minas de cobre de su azufre por la tostadura ó torrefaccion, para que pudiesen dar, desde la primera fundicion, cobre puro, recurrió al nitro; haciendo detonar la mina con salitre, consiguió destruir del todo el azufre; y añadiendo á la mezcla un fluxo reductivo, obtuvo el cobre puro, con una sola fundicion.

Este método proporciona la ventaja de poder conseguir cobre puro aun de las minas cargadas de hierro, antimonio y otros semi-metales, que reducidos á cal por la accion del nitro, no se reducen por el fluxo reductivo, que se añade al grado de fuego que se emplea. Si la mina de cobre contiene al mismo tiempo plomo, el residuo que se consiga, contendrá, ademas del cobre, plomo; y el medio mas se-

seguro de evaluar la cantidad de estos dos metales, es disolver el residuo en el ácido nitroso debilitado, y precipitar el plomo por el ácido vitriólico. La cantidad del precipitado indicará la del plomo; diez y seis partes de este precipitado privado de agua, caldeándolo ligeramente, contienen once partes de plomo.

He aquí el pormenor del método de *Exschaquet*.

Tómese un quintal de mineral pulverizado; añadánsele quatro quintales de salitre tambien pulverizado; y despues de bien mezclado todo, se introduce en un crisol de suficiente capacidad, qué se cuida de cubrir; caliéntase lentamente el crisol; y quando comience á enroxecerse, detonará el salitre algun tanto. Durante la detonacion se mantiene un ligero grado de fuego, y despues que ha acabado, y que se endurece la materia, se aumenta un poco el fuego, pero no tanto que se derrita; y se mantiene candente el crisol por espacio de un buen medio quarto de hora, para completar la accion del nitro sobre el azufre, evitando siempre con cuidado que no caigan carbones en el crisol. Auméntase despues el fuego hasta que la materia comience á entrar en fusion, y se añade parte á parte una mezcla de dos quintales de tártaro, de un quintal de sal comun, y de un poco de carbon: cada adicion de fluxo hará borbotar la materia, y pondrá la mina en buena fusion. Introducido todo, se ha de añadir medio quintal de cenizas de leña, y se dará un fuego violento, que deberá continuarse media hora; se acabará el *Ensaye*; y se hallará el cobre en el fondo del crisol.

En quanto á las minas de hierro, el mejor método sin disputa es el de *Ilseman*, y consiste en derretirlas en un crisol cubierto interiormente con espato fluor y cal viva, á la que se añade un poco de carbon. Véase como sigue el pormenor de este método quando se tienen minas de hierro arcillosas ó unidas á tierra vitrescible: las minas de hierro calcáreas se ensayan del mismo modo, pero no se toma cal.

Tó-

Tómese un quarto de onza de mina de hierro.
Una dracma y quarto de cal viva.
Un quarto de dracma de espato fluor.
Un quarto de dracma de carbon pulverizado.

Mézclese todo perfectamente, y póngase en una especie de crisol en forma de cántaro, habiendo cubierto el fondo de él con una mezcla de tres quartos de carbon, y un tercio de arcilla de las mas refractarias, cuidando de volver á cubrir las paredes con una capa de dos líneas de esta misma mezcla.

Cúbrase segunda vez la mezcla de mina y de fundente, con media onza de sal decrepitada; tápese el crisol con su cobertera, dada de arcilla y arena; póngasele en una buena forja á altura y distancia convenientes del viento; á la hora y media de buen fuego, apártese el crisol; y despues de frio, quiébrese para sacar el pallon, y pesarlo.

El *Ensaye* de las minas de antimonio se hace *per descensum* en una cazuela llena de agujeritos; y lo mismo sucede con las de bismuto: ensáyanse las de zinc destilándolas con carbones; y la de mercurio con cal viva. *Suplemento al Dicc. de Química de* Macquer. *

ENTRANTE. (*Angulo*) (*Véase* ANGULO ENTRANTE.)

EOLIPILA. Vaso de metal, hueco, parecido á una bola ó pera, guarnecido de un pico ó tubo encorvado, que solo tiene una abertura muy estrecha. Esta bola (*Lám. LXXIV, fig. 28*) ó esta pera (*Lám. XXXIII, fig. 10*) en parte llena de agua, y expuesta al fuego de ascuas, produce por su pico *T* un soplo *S* muy violento.

Como este vaso solo tiene un agujerito para que en él pueda entrar el agua, se le calienta muchísimo, á fin de que arroje gran parte del ayre que contiene: sumérgese despues su tubo *T* en el agua, y se enfria el vaso *E* con una esponja empapada de agua fria. El poco ayre que en él ha quedado, reprimiendo su densidad ordinaria, permite que entre el agua, lo que hace esta, impelida por el peso de la atmósfera: entonces se calienta la *Eolípila*, para que

que excite el soplo de que hemos hablado antes.

Algunos Autores atribuyen este soplo al ayre dilatado por la accion del fuego; y en prueba de que esto no es así, si se sumerge el pico de la *Eolípila* en un vaso de agua, no se ve que ninguna burbujita de ayre atraviese el licor; pues solo se oye un silbido muy parecido al ruido que hace el agua que se echa sobre un cuerpo caliente, lo qual da motivo á que se juzgue que este soplo es efecto del agua del vaso, reducida á vapor muy dilatado, que por su expansion arroja el agua en forma de chorro, quando se vuelve la *Eolípila* tubo abaxo, y se continúa manteniéndola en el fuego. (*Véase la fig. 51.*) Si en lugar de agua se ha puesto espíritu de vino en la *Eolípila*, se puede producir un chorro de fuego, presentando una luz á algunas pulgadas de la abertura del pico de la *Eolípila*.

EPACTAS. Llámase así un número que expresa el de los dias en que el Novilunio precede al principio del año; luego la *Epacta* proviene del exceso que lleva el año solar al año lunar: es así que este exceso es de 11 dias, porque componiéndose el año lunar de 12 lunaciones ó meses sinódicos, cada uno de 29 dias, 12 horas y 44 minutos, solo comprehende 354 dias, y con corta diferencia un tercio, al paso que el año solar se compone de 365 dias, y cerca de un quarto: luego en el año solar hay 11 dias mas que en el año lunar. Suponiendo, pues, que el año solar y el lunar comiencen al mismo tiempo, la *Epacta* del año siguiente será 11; la del tercer año será 22; la del quarto año sería 33; pero como la *Epacta* nunca es de mas de 30, porque 30 dias componen un mes, del número 33 se rebaxan 30, de los que se hace un mes intercalar, al que llaman los Astrónomos *Embolísmico*, y que se añade al tercer año lunar, que de este modo se compone de 13 lunaciones; la *Epacta* del quarto año es 3, la del quinto año es 14, y así de los demas, añadiendo siempre 11 á la *Epacta* del año precedente para formar la del año siguiente, rebaxando 30 siempre que los 11 añadi-

dos á la *Epacta* del año anterior, forman un número superior á 30, y componiendo, de estos 30 rebaxados, un mes embolísmico.

Las *Epactas* sirven para hallar la edad de la luna para qualquiera dia de un año propuesto; á cuyo fin es preciso añadir juntamente tres cosas: 1º la *Epacta* del año propuesto: 2º el número de meses que han pasado desde Marzo inclusive: 3º el quanto del mes: y la suma será la edad de la luna, con tal que esta suma no pase de 30; pero si pasa, el exceso solo será la edad de la luna siempre que el mes sea de 31 dias; mas si el mes únicamente tiene 30 dias, el exceso de 29 señalará la edad de la luna. Supongamos, por exemplo, que se pide la edad de la luna para el 15 de Julio de 1767; deben sumarse 30 de *Epacta*, 5 para el número de los meses, y el quanto del mes que es 15; la suma será 50, de los que se rebaxarán 30, porque Julio tiene 31 dias, y el resto 20 es la edad de la luna para el 15 de Julio de 1767. Si se pide la edad de la luna para el 10 de Setiembre de 1767, se sumarán juntamente 30 de *Epacta*, 7 por el número de los meses, y 10 por el quanto del mes: la suma será 47, de los que solo se rebaxarán 29, porque Setiembre no tiene mas de 30 dias: el resto 18 es la edad de la luna para el 10 de Setiembre de 1767.

Luego las *Epactas* expresan para cada año la edad que tenia la luna al fin del año anterior. El año 1768, por exemplo, tenia 11 de *Epacta*: esto quiere decir, que al fin del año 1767 la luna tenia 11 dias de edad: luego si se quisiera saber la edad de la luna para un dia qualquiera del mes de Enero, bastaria añadir la *Epacta* al número de los dias que han pasado desde el principio del año. Por exemplo, si se quiere saber la edad de la luna para el 6 de Enero de 1768, basta añadir la *Epacta* del año que es 11, al quanto del mes que es 6; y la suma 17 es la edad de la luna para el dia propuesto.

Conocida la *Epacta* para un año, es fácil saber la del

año

año siguiente, para lo qual basta añadir 11 á la *Epacta* conocida; si la suma no pasa de 30, será la *Epacta* que se busca; pero si la suma excede de 30, se rebaxarán 30, para formar un mes embolísmico, y el resto dará la *Epacta* que se busca. El año 1761, por exemplo, tenia 23 de *Epacta*; el año 1762 tuvo 4: el año 1763 tuvo 15, y así de los demas. Sin embargo este método padece cierta excepcion, que es la siguiente: si el año, cuya *Epacta* se busca, tiene 1 por número áureo, deben añadirse 12, y no 11 á la *Epacta* conocida, porque á este año que tiene 1 por número áureo, le precede el décimonono, ó último año del ciclo lunar, en el que el mes intercalado ó embolísmico solo es de 29 dias, y no de 30, como lo son los otros seis. (*Véase* Ciclo lunar.) Por exemplo, si se busca la *Epacta* para el año 1767, que era el primero del ciclo lunar, y que por consiguiente tenia 1 por número áureo, deben añadirse 12 á la *Epacta* 18 del año anterior, en el que el mes intercalado solo tenia 29 dias, puesto que este año era el último del ciclo lunar.

Tambien puede hallarse la *Epacta*, durante este siglo, para un año qualquiera, conociendo el número áureo del año propuesto. Este número áureo debe partirse por 3: si queda uno despues de la division, se rebaxa 1 del número áureo, y el resto es la *Epacta* buscada: si quedan 2 despues de la particion, se añaden 9 al número áureo, y la suma es la *Epacta* que se busca: si no queda nada despues de la particion, se añaden 19 al número áureo, y la suma es la *Epacta* buscada, con tal que no pase de 30: porque quando la suma excede de 30, entonces solo el exceso de 30 es la *Epacta* que se busca. En 1765, por exemplo, el número áureo era 18; cuyo número partido por 3, nada queda: por esta razon al número áureo 18 le añado 19: es así que la suma 37 excede á 30 en 7; luego este exceso 7 era la *Epacta* del año 1765.

Puede asimismo hallarse la *Epacta* para un año qualquiera, cuyo número áureo se conoce procediendo del

modo siguiente: 1º quítase 1 del número áureo; 2º multiplícase el resto por 11; 3º pártese por 30 el producto de la multiplicacion; y el resto de la particion es la *Epacta* que se busca. Fúndase esta regla en que la *Epacta* aumenta 11 todos los años, y en que la *Epacta* es 0 ó 30, quando el número áureo es 1. He aquí la tabla de las *Epactas* que corresponden al número áureo, calculado por la regla de que acabamos de hablar.

Número áureo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Epactas.	*	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18

EPICICLO. *Término antiquado de Astronomía.* Es un círculo menor, en cuya circunferencia se supone que el Sol se mueve uniformemente de Oriente á Occidente, al paso que el centro de este círculo corre tambien con uniformidad, pero en sentido contrario, esto es, de Occidente á Oriente, la circunferencia de un círculo máximo, en cuyo centro está colocada la tierra. Sea *ABDI* (*Lám. LIX, fig. 4*) el círculo máximo, en cuyo centro *F* está colocada la tierra: *GHK* el círculo menor, llamado *Epiciclo*, en cuya circunferencia se mueve el Sol uniformemente de Oriente á Occidente, esto es, de *G* á *H*, al paso que el centro *B* de este círculo menor corre tambien con uniformidad, pero de Occidente á Oriente, es decir, de *A* á *B*, la circunferencia del círculo máximo. Supongamos que el punto *G* del *Epiciclo*, que se llama el *apogeo*, se haya hallado al principio del movimiento en la direccion del rayo *FAN*, esto es, en *N*, estando allí el Sol. Durante el tiempo que el centro *B* del *Epiciclo* haya empleado en correr el arco *AB* del círculo máximo, el Sol habrá corrido el arco *GH* del *Epiciclo*, que es de igual número de grados, que el arco

co

co *AB*: luego el lugar del Sol estará en *H*, menos adelantado que el centro del *Epiciclo*, que estará en *B*. Quando el centro *B* del *Epiciclo* haya corrido la semicircunferencia *ABb* del círculo máxîmo, el Sol tambien habrá corrido la semicircunferencia *g h P* del *Epiciclo*, y se hallará en su perigéo en *P*: finalmente, mientras que el centro *b* del *Epiciclo* corra la otra semicircunferencia *b D IA* del circulo máxîmo, el Sol correrá tambien la otra semicircunferencia *P D g* del *Epiciclo*, y se hallará de nuevo en el apogéo en *N*; de suerte, que al fin de esta revolucion, habrá parecido que el Sol ha corrido el círculo punteado *NHCN*, cuyo centro está en *E*, y que es excéntrico al círculo máxîmo *ABD*, en cuyo centro *F* se supone colocada la tierra.

Toloméo inventó los *Epiciclos* para explicar las desigualdades del movimiento del Sol y de los planetas, que dependen de la figura de sus órbitas y del movimiento de la tierra al rededor del Sol, que no admitia *Toloméo*. A *Copérnico* debemos el gran favor de haber desterrado de la Astronomía todos estos *Epiciclos*, atribuyendo á la tierra un movimiento sobre su exe, y otro al rededor del Sol. (*Véase* SISTEMAS DEL MUNDO.)

Pero como las desigualdades del movimiento de los planetas, esto es, sus aceleraciones, retardaciones, retrogradaciones, estaciones &c. se observan en cada revolucion sinódica, debe suponerse que cada planeta corre la circunferencia entera de su *Epiciclo*, pero de Occidente á Oriente, es decir, de *G* á *L*, en el tiempo de su revolucion sinódica, que es muy diferente del que emplea en hacer su revolucion periodica: de suerte que se supone que el centro *B* del *Epiciclo* de Saturno, por exemplo, acaba su revolucion sobre el círculo *B D I A B* (que es su revolucion periódica) en el espacio de unos 30 años, mientras que Saturno, colocado en G sobre su *Epiciclo*, corre la circunferencia G *LKHG* de este *Epiciclo* en el espacio de un año y unos 13 dias, que es el tiempo de

su

su revolucion sinódica, esto es, de su conjuncion con el Sol: del mismo modo el centro del *Epiciclo* de Júpiter acaba su revolucion periódica en el espacio de unos 12 años, mientras que Júpiter corre la circunferencia entera de su *Epiciclo* en el espacio de un año y 34 dias poco mas ó menos, y así de los demas planetas.

Expliquémos mas este punto. Supongamos *T* (*Lám. LIV, fig. 6*) la Tierra colocada en el centro del mundo; *VZSXYV* la curva que describe el Sol al rededor de la Tierra; *CDEFG* una porcion de la órbita de Júpiter; á Júpiter colocado en su *Epiciclo* en *P*, y en oposicion con el Sol que está en *S*: entonces Júpiter es perigéo. En el espacio de 6 meses y unos 17 dias habrá corrido el Sol la porcion *SXYV* de su órbita, y se hallará en *V*; pero, durante este tiempo, el centro *C* del *Epiciclo* habrá ido de *C* á *D*, y Júpiter habrá corrido la mitad *PKB* de su *Epiciclo*, y el punto *B*, como tambien Júpiter estará en *A*: luego Júpiter entonces se hallará en conjuncion con el Sol y apogéo, lo que concuerda con las observaciones. Pasados 6 meses y unos 17 dias habrá corrido el Sol la porcion *VZSX* de su órbita, y Júpiter la otra mitad de su *Epiciclo*, cuyo centro habrá ido durante este tiempo de *D* á *E*: luego Júpiter se hallará en *P* en oposicion con el Sol *X* y perigéo: lo qual concuerda igualmente con las observaciones; de suerte que Júpiter en una de sus revoluciones sinódicas, parecerá haber corrido la curva *PfAgbep*; y por la misma razon, durante la revolucion sinódica siguiente, parecerá que Júpiter corre la curva *pdgnhH*, y así en lo sucesivo.

Estos *Epiciclos* podrian representar con bastante exâctitud las apariencias, con tal que se diese á Mercurio y á Venus la misma excentricidad que al Sol, y que se les hiciese mover en *Epiciclos*, cuyo centro estuviese algo distante del del Sol. En quanto á los planetas superiores, Marte, Júpiter, Saturno y Herschel seria preciso colocarlos

en

en *Epiciclos*, cuyos semi-diámetros fuesen iguales á la distancia del Sol á la Tierra, puesto que en las oposiciones de estos planetas con el Sol, se hallan mas cerca de la Tierra el doble de esta distancia, de lo que estan en sus conjunciones.

* EPIDERMIS. Es una película fina, transparente é insensible que cubre todo el pellejo al que está íntimamente unida, y del que sin embargo se separa en muchas circunstancias; pues el agua hirviendo, el fuego, los vexigatorios &c., la levantan fácilmente en los lugares á que se aplican; bien que se regenera con facilidad, y sin que quede señal alguna de su primera separacion.

Todavía no concuerdan los Anatómicos sobre el orígen de esta membrana. Los Antiguos la consideraban como el producto de la transpiracion insensible condensada encima del pellejo; *Morgagni* pretende que se debe á la accion del ayre que deseca la superficie de la piel; pero la falsedad de esta opinion se descubre á primera vista al considerar que la piel del fetus está igualmente cubierta de una *Epidermis*: luego es una verdadera produccion animal. ¿Pero se debe á la expansion de los conductos excretorios del pellejo, segun lo afirma *Lewenhoek*? á la expansion de las papilas de los nervios del mismo órgano, como opina *Ruisch*? al concurso de estas dos expansiones, como pretende *Heister*? ó finalmente es solo una materia que transpira por las papilas cutáneas, como lo asegura *Winslow*? Esta qüestion pertenece á los Fisiologistas.

Solo observarémos que lisa y unida del lado de la piel que cubre, parece se compone exteriormente de laminitas escamosas reunidas entre sí, sin que se distingan ni fibras ni vasos, y sí solo unos filamentitos que la atan á las papilas del cutis. Sin embargo es susceptible de expansion, y de cierto grado de contraccion, como puede observarse, haciéndola macerar en el agua, y como se demuestra suficientemente con las ampollas que levantan las

que-

quemaduras, vexigatorios, y otras causas semejantes.

Los tocamientos repetidos de los cuerpos duros levantan una parte de la *Epidermis*, é inmediatamente una nueva capa reemplaza á la primera, de cuyo efecto renovado muchas veces en un tiempo dado, resultan callosidades mayores ó menores en los lugares expuestos á esta especie de tocamientos: por esta razon se endurece la piel, y pierde una parte de su sensibilidad en las manos de ciertos artesanos, como sucede generalmente debaxo de los talones.

Son varios los usos de la *Epidermis*, entre los quales distinguirémos los siguientes: 1º detiene en parte los filamentos nerviosos de las papilas del cutis, en una situacion igual, impidiéndolas se dirijan con irregularidad á todos sentidos: 2º embota segun conviene la sensibilidad de estas papilas, é impide que las impresiones de los cuerpos sean demasiado fuertes y dolorosas en el órgano del tacto; por lo que se observa constantemente que la sensibilidad y finura de este órgano es proporcionada al espesor de la *Epidermis*: 3º la *Epidermis*, para decirlo así, es el afeyte del cutis, y quanto mas fina y diáfana es, tanto mas delicado y brillante es su tez. (Sigaud de la Fond, *Diccionario de Física*.) *

EPOCA. *Término de Cronología*. Tiempo determinado, desde el qual se cuentan los años, ó qualquiera otro intérvalo de tiempo.

Siendo arbitrario este tiempo, desde el qual se han comenzado á contar los años, no es de extrañar que todos los pueblos así antiguos como modernos, hayan variado tanto en sus *Epocas*. La de las *Olimpiadas*, de que se valiéron los Griegos, comienza el año 3938 del Período Juliano, 776 años antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE LAS OLIMPIADAS.) La de la *Fundacion de Roma* principia el año 3961 del Período Juliano, 753 antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE LA FUNDACION DE ROMA.) La de *Nabonassar* empieza el año

año 3967 del Período Juliano, 747 antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE NABONASSAR.) La *Epoca* Juliana comienza el año 4668 del Período Juliano, 46 antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA JULIANA.) La de los Christianos comienza el año 4714 del Período Juliano, el mismo año del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA CHRISTIANA.) La de Diocleciano principia el año 4997 del Período Juliano, 283 despues del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DIOCLECIANA.) La de Mahoma, de que se valen los Turcos y demas pueblos que siguen la religion de este falso Profeta, comienza el año 5335 del Período Juliano, 621 despues del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE MAHOMA.) La de la *Correccion Gregoriana* principia el año 6295 del Período Juliano, 1581 antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE LA CORRECCION GREGORIANA.)

EPOCA CHRISTIANA, ó DEL NACIMIENTO DE JESU-CHRISTO. *Epoca* desde la qual cuentan los Christianos sus años. No concuerdan los Cronologistas acerca del principio de esta *Epoca*; y aunque se han escrito algunos Tratados particulares sobre el verdadero año en que nació Jesu-Christo; sin embargo, despues de leido quanto dicen sus Autores sobre la materia, es forzoso convenir en que no se sabe con precision en qué año nació Jesu-Christo, ó quantos se han pasado desde su nacimiento hasta nosotros: la *Epoca Christiana*, que sigue la Iglesia, y es la mas segura, comienza en el año de 4714 del Período Juliano. (*Véase* PERIODO JULIANO.)

En Italia se comenzó á hacer uso de esta *Epoca* en todos los instrumentos públicos el año 590; en Holanda el de 620, y en Francia el de 780 (*a*).

La

* (*a*) En España se siguió hasta fines del siglo XIV la Era del César, que empezaba 38 años antes del Nacimiento de Christo; por exemplo, la Era 1200 corresponde al año christiano 1162. Este modo

La *Epoca Christiana* se llama tambien *Era Christiana*, ó Era del Nacimiento de Jesu-Christo (*Véase* Era.)

Epoca de la Correccion Gregoriana. Tiempo en que se corrigió el Calendario por órden del Papa Gregorio XIII. La *Correccion* que se hizo en el Calendario, en tiempo de Julio César, hubiera bastado para siempre, si las 6 horas sobre 365 dias de que se compone el año solar, y que entonces se destináron para formar un dia cada 4 años, que se añadia al año, para hacer un año bisiesto, si estas 6 horas, vuelvo á decir, fuesen completas; pero faltan cerca de 11 minutos, cantidad que se empleaba demas todos los años, y aunque muy corta, repetida un gran número de años, al fin llegó á ser tan considerable, que, á fines del siglo XVI, los Equinoccios se halláron anticipados 10 dias, esto es, que el Sol en lugar de llegar únicamente al primer punto del signo de Aries el 21 de Marzo, llegaba á él desde el 11. Esta anticipacion, que siempre habria ido en aumento, hubiera podido causar mucho trastorno en el Oficio Eclesiástico, lo que movió al Papa Gregorio XIII á que mandase por su Bula de 24 de Febrero de 1582, que estos diez dias de exceso se rebaxasen, y que el 5 de Octubre siguiente se contase por el 15 del mismo mes. Llámase esta, *Correccion Gregoriana* que adoptáron muchas Naciones y otras no: he aquí lo que dió motivo á la distincion del *viejo* y *nuevo estilo*. (*Véase* Viejo estilo y nuevo estilo.)

No se contentó Gregorio XIII con remediar los errores anteriores: como subsistia la misma causa, quiso tambien pre-

do de contar duró en Castilla hasta el año de Christo 1383, en que reynando D. Juan I en las Cortes celebradas en Segovia se determinó que en adelante no se contase por Eras, y sí por los años de Christo, como ya se usaba en otras Provincias. Pedro IV, Rey de Aragon, fué el primero que abolió en sus Estados desde el año 1350 este modo de contar los tiempos, y despues, segun Terreros, en el de Henrique II se executó lo mismo en Castilla y Portugal. *

precaver los que infaliblemente hubiera causado el tiempo sucesivo; á cuyo fin, habiendo los Astrónomos, encargados de esta comision, calculado que los 11 minutos empleados demas cada año, formaban un dia entero al cabo de 133 años, conviniéron en omitir tres bisiestos en el curso de 400 años, lo qual comenzó á observarse; pues el año de 1700 ya no fué bisiesto; los años 1800 y 1900 tampoco lo serán; y sí el de 2000 continuando de este modo en lo sucesivo.

Luego la *Correccion Gregoriana* se hizo el año de 1582; y el que quiera saber quantos años se han pasado desde aquel tiempo hasta un año qualquiera debe rebaxar 1582 del año propuesto. Por exemplo, rebaxando 1582 de 1767, el resto 185 manifestará que en el año de 1767 se habian pasado 185 años desde la *Correccion Gregoriana*.

Epoca de la fundacion de Roma. Es el principio de la fundacion de esta Ciudad, cuyos cimientos se pusiéron, segun refiere *Varron*, en la primavera del año 23 despues que se estableciéron las Olimpiadas, esto es, en el mes de Abril del año 3961 del Período Juliano, 753 años antes del Nacimiento de Jesu-Christo. Y así, para saber quantos años se han pasado desde la *Fundacion de Roma* hasta un año qualquiera despues de la Era Christiana, basta añadir 753 al año propuesto. Por exemplo, añadiendo 753 á 1767, se verá que el año 1767 es el año 2520 de la *Fundacion de Roma*.

La *Epoca de la Fundacion de Roma* se llama tambien *Era de la Fundacion de Roma*. (*Véase* Era.)

Desde esta Epoca contaban los Judíos sus años en otro tiempo.

Epoca de Mahoma. Tiempo que se cuenta desde que huyó *Mahoma* de la Meca á Medina; cuya *Epoca* cae en el año 5335 del Período Juliano, esto es, 621 años despues del Nacimiento de Jesu-Christo: llámase tambien *Era de la Hegira* (*Véase* Hegira.); y de ella

se valen los Turcos y los demas pueblos que siguen la religion Mahometana.

El que quisiera saber quantos años han pasado desde esta *Epoca* hasta un año qualquiera, lo conseguiria con solo rebaxar 621 del año propuesto; y el resto daria lo que se busca. Por exemplo, rebaxando 621 de 1780; se sabrá que el año 1780 es el de 1159 de la *Epoca de Mahoma*, desde Julio. Esta *Epoca* se llama tambien *Epoca* ó *Era de los Turcos*. (*Véase* Era.)

Epoca de Nabonassar. *Epoca* que debe su nombre á *Nabonassar*, Rey de Babilonia. Ignórase con qué motivo se estableció esta *Epoca*; y ni siquiera se sabe el nombre del que la introduxo; pues su celebridad proviene de que *Toloméo* fixó en ella sus observaciones astronómicas; siendo su fecha del mes de Febrero del año 3967 del Período Juliano, 747 años antes del Nacimiento de Jesu-Christo.

Para saber quantos años han pasado desde esta *Epoca* hasta un año qualquiera, despues de la Era Christiana, deben añadirse 747 al año propuesto, y la suma da lo que se busca. Por exemplo, si se añaden 747 á 1767, la suma 2514 manifiesta que el año 1767 es el año 2514 de la *Epoca de Nabonassar*.

La *Epoca de Nabonassar* se llama igualmente *Era de Nabonassar*, ó *Era de los Babilónios*. (*Véase* Era.)

Desde esta *Epoca* comenzaban á contar sus años los Babilónios.

Epoca de las Olimpiadas. Tiempo de la institucion de los juegos Olímpicos que celebraban los Griegos cada quatro años en honor de Júpiter. Esta *Epoca* comenzó en el mes de Julio del año 3938 del Período Juliano, 776 años antes de la *Era Christiana*; y así, el que quiera saber quantos años han pasado desde esta *Epoca* hasta un año qualquiera, despues del Nacimiento de Jesu-Christo, lo conseguirá añadiendo 776 al año propuesto. Por exemplo, añadiendo 776 á 1768, la suma 2544 manifes-

festará, que el año 1768 es el 2544 de la *Epoca de las Olimpiadas*, cuyo año 2544 no comienza hasta el mes de Julio.

La *Epoca de las Olimpiadas* se llama tambien *Era Griega*, ó *Era de las Olimpiadas*. (*Véase* Era.)

Los Griegos contaban sus años desde esta *Epoca*.

Epoca Diocleciana. Principio del Reynado del Emperador *Diocleciano*, que comenzó el 17 de Septiembre del año 4997 del Período Juliano, esto es, 283 años despues del Nacimiento de Jesu-Christo.

Esta *Epoca* se conoce entre los Christianos con el nombre de *Era de los Mártires*, ó *Era de la persecucion* por lo mucho que padeciéron en tiempo de este Emperador: en la Historia antigua de la Iglesia se usa freqüentemente de ella.

El que quisiera saber quantos años han pasado, desde esta *Epoca* hasta un año qualquiera, lo conseguiria quitando 283 del año propuesto; y el resto daria lo que se busca. Por exemplo, restando 283 de 1767, el resto 1484 manifestará que el año 1767 es el 1484 de la *Epoca Diocleciana*, cuyo año 1484 no vuelve á principiar hasta el mes de Septiembre.

Esta *Epoca* tambien se llama *Era Diocleciana*. (*Véase* Era.)

Desde esta *Epoca* contaban sus años los primeros Christianos, y los Moros todavía la emplean en el dia.

Epoca Juliana. Tiempo de la correccion del Calendario Romano imperando *Julio César*. Los Egipcios solo componian su año de 365 dias; pero como ademas le faltaban 6 horas, se advirtió despues, que los Equinoccios se atrasaban un dia cada quatro años, con corta diferencia; y para remediar este inconveniente, se determinó emplear estas 6 horas de exceso, haciendo todos los quatro años un año compuesto de un dia mas que los otros: de modo que este quarto año es de 366 dias, y se llama *bisiesto*: (*Véase* Año bisiesto.) hízose esta Correccion

el

el año de 4668 del Período Juliano, 46 años antes de *Christo.*

El que quiera saber quantos años se han pasado desde esta *Epoca* hasta un año qualquiera despues de la Era Christiana, lo conseguirá con solo añadir 46 al año propuesto. Por exemplo, añadiendo 46 á 1767, la suma 1813 manifestará que el año 1767 es el 1813 de la *Epoca Juliana.*

La correccion que entonces se executó en el Calendario, no remedió todos los inconvenientes; por lo que se hizo otra en lo sucesivo. (*Véase* EPOCA DE LA CORRECCION GREGORIANA.)

* EPOCA DE LA REPUBLICA FRANCESA. Los Franceses cuentan los años de su actual forma de gobierno desde el 22 de Setiembre de 1792, por lo que añadiendo un año qualquiera de la República al de 1792, desde dicho dia 22 de Setiembre se tiene el del Nacimiento de Jesu-Christo, pudiendo hacer lo mismo con las demas Epocas conocidas. *

EQUACION DEL RELOX. Diferencia entre la hora del tiempo medio, señalada por un relox bien arreglado, y la hora del tiempo verdadero indicada por un quadrante solar muy exâcto.

La revolucion diurna aparente del Sol al rededor de la Tierra, ó su vuelta al Meridiano, se acaba con mas prontitud en ciertos tiempos del año, y mas lentamente en otros; de suerte que teniendo un relox ó una péndola bien arreglados sobre el movimiento medio del Sol, y poniéndole al mediodía en qualquiera dia del año, al instante que el centro del Sol se halle en el plano del Meridiano, los dias siguientes no señalará el mediodía en el tiempo preciso que el centro del Sol llegue al Meridiano; sino que se apartará mas ó menos, segun sea mas pronta ó lenta la revolucion verdadera del Sol, con respecto á su revolucion media, que es á la que el relox ó la péndola debe referirse exâctamente: la diferencia entre la hora seña-

ñalada por el Sol, y la señalada por la péndola, se llama *Equacion del relox*.

Esta diferencia no es la misma para cada dia del año: hay muchos en que solo es de algunos décimos de segundo, y otros en que llega hasta 30 segundos; y como las diferencias de los dias siguientes se añaden á las de los dias anteriores, hay dias en que la hora del tiempo medio difiere de la del tiempo verdadero mas de 16 minutos.

Los Astrónomos calculan estas diferencias para todos los dias del año, formando de ellas una tabla, por cuyo medio se arreglan los reloxes y las péndolas; hallábanse en una Obra que publicaba la Academ. de las Ciencias de Paris para cada año con el título de *Conocimiento de los tiempos*, ó *Conocimiento de los movimientos celestes*. (Ahora tambien se publica.) Consúltese esta Tabla, y en ella se verá, que una péndola bien arreglada debe adelantar sobre el tiempo verdadero, desde el 15 de Mayo hasta el 27 de Julio, 10 minutos y algunos segundos; que debe atrasar, desde el 27 de Julio hasta el 2 ó 3 de Noviembre 22 minutos y algunos segundos; que debe adelantar, desde el 2 de Noviembre hasta el 11 de Febrero cerca de 31 minutos; y que debe atrasar, desde 11 de Febrero hasta el 15 de Mayo, cerca de 19 minutos. Tambien se verá en ella, que el tiempo medio no concuerda con el tiempo verdadero sino quatro veces al año, esto es, que la péndola solo debe señalar mediodía casi al mismo tiempo que el Sol quatro veces al año; á saber, el 15 de Abril, siendo la longitud del Sol o signo, y cerca de 25 grados; el 15 ó 16 de Junio, siendo la longitud del Sol 2 signos, y unos 24 ó 25 grados; el 31 de Agosto, siendo la longitud del Sol 5 signos, y unos 8 grados; y el 23 ó 24 de Diciembre, siendo la longitud del Sol 9 signos, ó unos 2 ó 3 grados.

Equacion del tiempo. Diferencia que hay entre el *Tiempo verdadero* y el *Tiempo medio*. (*Véase* Tiempo verdadero *y* Tiempo medio.) Los Astrónomos inventáron el Tiempo medio para reducir á la igualdad los dias naturales

ó

ó astronómicos, que realmente son desiguales entre sí: de aquí ha venido la palabra *Equacion.*

El Sol nos parece que corre toda la Eclíptica en el tiempo que emplea la Tierra en hacer una revolucion entera dentro de su órbita; y á esto llamamos nuestro *Año.* Durante este tiempo la revolucion diurna de la Tierra sobre su exe ocasiona la apariencia de 365 revoluciones, y casi un quarto del Sol al rededor de la Tierra, lo que compone otros tantos dias; pero como, mientras gira la Tierra sobre su exe, el Sol parece que adelanta en su Eclíptica, es necesario que la Tierra dé mas de una vuelta desde el instante en que el centro del Sol se halla en el Meridiano de un lugar hasta el en que ha vuelto al mismo Meridiano, despues de una revolucion entera. Si esta corta cantidad, añadida á la vuelta que da la Tierra sobre su exe, fuera igual para todos los dias, todos los dias astronómicos serian iguales entre sí; para lo qual seria necesario que el Sol nos pareciese que va con un movimiento uniforme, y que corre cada dia de Occidente á Oriente 59 minutos, 8 segundos, y cerca de 20 terceros de grado de la Eclíptica: la Tierra, para correr este espacio mas, girando sobre su exe, emplearia en ello 3 minutos, 56 segundos, que añadidos á las 23 horas, 56 minutos, 4 segundos, que emplea en hacer su revolucion entera sobre su exe, compondrian exâctamente las 24 horas. Pero no sucede así; la cantidad que nos parece adelanta el Sol en su Eclíptica, varía todos los dias, por las razones que expusimos en el *Artículo* del *Tiempo verdadero.* (*Véase* TIEMPO VERDADERO.) Esta cantidad ya es de mas de un grado, ya de menos de 59 minutos; y por consiguiente, los dias astronómicos son desiguales entre sí. Para corregir esta desigualdad se toma un término medio, esto es, se supone que el Sol corre todos los dias un espacio igual sobre la Eclíptica, y este espacio es de 59 minutos, 8 segundos, y cerca de 20 terceros de grado: de este modo todos los dias de tiempo medio son con exâctitud de 24 horas, al paso que los

los dias de tiempo verdadero ya son mas, ya menos largos; y la diferencia que hay entre la duracion de los unos y de los otros, se llama *Equacion del tiempo.*

EQUADOR. Uno de los círculos móviles de la Esfera *E C* (*Lám. LIV, fig. 4*), y que es perpendicular al Meridiano y á los dos coluros; que corta al horizonte en los dos puntos del verdadero Oriente y del verdadero Occidente, y del que cada punto de la circunferencia dista 90 grados de los polos *P Q* del Mundo. Llámase este círculo *Equador*, porque quando vemos al Sol en él, los dias son perfectamente iguales á las noches, tomando únicamente por dia el tiempo de la presencia del Sol sobre el horizonte.

El *Equador* divide al Cielo en dos hemisferios iguales, uno de los quales se halla hácia el Norte, y el otro hácia el Sur; por cuya razon se llama el primero *Hemisferio septentrional* ó *boreal*, y el otro, *Hemisferio meridional* ó *austral*.

El *Equador* tiene por exe el mismo exe del mundo, esto es, la línea recta que se extiende desde un polo á otro, y sus polos son tambien los mismos polos *P Q* del Mundo.

La altura meridiana del *Equador*, para un lugar qualquiera, siempre es igual al complemento de la latitud de este lugar. (*Véase* LATITUD.)

Por el *Equador*, ó uno de sus paralelos se cuentan las longitudes geográficas ó terrestres (*Véase* LONGITUD); y desde este círculo se comienza á contar la declinacion de los Astros (*Véase* DECLINACION), y la latitud de los diferentes lugares de la Tierra (*Véase* LATITUD.): por el *Equador* se miden tambien la ascension recta, y la ascension obliqua de los astros. (*Véase* ASCENSION RECTA *y* ASCENSION OBLIQUA.)

El *Equador* se llama tambien *la Línea* por los Marinos. (*Véase* LINEA.)

EQUADOR. (*Arco del*) (*Véase* ARCO DEL EQUADOR.)

EQUADOR. (*Polos del*) (*Véase* POLOS DEL EQUADOR.)

EQUIANGULO. Epíteto que se da á una figura, cuyos ángulos son todos iguales: tales son el triángulo equilátero, cuyos tres ángulos son cada uno de 60 grados: el quadrado, cuyos quatro ángulos son rectos, ó cada uno de 90 grados: tales son, en fin, todas las figuras regulares.

EQUILATERO. Epíteto que se da á una figura, cuyos lados son iguales, ó de una misma longitud; no por esto tienen esta especie de figuras todos sus ángulos iguales.

EQUILATERO. (*Triángulo*) (*Véase* TRIANGULO EQUILATERO.)

EQUILIBRIO. Efecto que resulta de la perfecta igualdad de dos potencias que obran al mismo tiempo, pero en sentidos contrarios una de otra. Quando dos potencias obran á un tiempo sobre un mismo móvil, con fuerzas perfectamente iguales, de modo que la una le impele ó le tira, por exemplo, hácia arriba, al paso que la otra le impele ó le tira abaxo, este móvil ni sube ni baxa; de lo que resulta el Equilibrio. Supongamos una balanza muy exâcta, cuyos dos brazos del astil sean perfectamente iguales, y cargada de peso en uno y otro platillo; el peso que está en la izquierda tiende á hacer subir la extremidad derecha del astil, y el peso que se halla en la derecha tiende á hacer que baxe esta misma extremidad: siendo estos dos pesos perfectamente iguales, el astil ni sube ni baxa, sino que queda en *Equilibrio*. (*Véase* BALANZA).

Luego es claro que para que dos potencias ó fuerzas formen *Equilibrio*, es preciso que sean iguales, y que estén directamente opuestas una á otra.

Quando muchas fuerzas ó potencias obran unas contra otras, es indispensable comenzar reduciendo dos de estas potencias á una sola, lo qual se conseguirá prolongando sus direcciones hasta que se encuentren, y buscando despues por las reglas de la composicion de las fuerzas la direccion y el valor de la potencia que resulta de aquellas

dos; despues se buscará del mismo modo la potencia que resulta de esta última, y de otra qualquiera de las potencias dadas; y operando así despues, se reducirán todas estas potencias á una sola; pues para que haya *Equilibrio*, debe esta última potencia ser nula, ó es indispensable que su direccion pase por qualquiera punto fixo que destruya su efecto.

Si algunas de estas potencias fuesen paralelas, deberia suponerse que su punto de concurso estuviese infinitamente distante, y entonces se hallaria con facilidad el valor de la potencia que resultaria y su direccion. (*Véase la Mecánica de Varignon.*)

El principio del *Equilibrio* es uno de los mas esenciales de la Mecánica, y á él puede reducirse todo lo concerniente al movimiento de los cuerpos que obran unos sobre otros de qualquiera modo.

Hay *Equilibrio* entre dos cuerpos, quando sus direcciones son exâctamente opuestas, y sus masas son entre sí en razon inversa de sus velocidades con que tienden á moverse. Todos los Mecánicos reconocen por verdadera esta proposicion; mas quizá no es tan fácil como han creido demostrarla en todo rigor, y de un modo que no presente obscuridad alguna, por lo que la mayor parte de ellos han preferido tratarla como *axioma* á detenerse en probarla. Sin embargo, exâminándola con atencion, se verá que solo en un caso se manifiesta el *Equilibrio* de un modo claro y distinto, y es el en que los dos cuerpos tienen masas iguales, y velocidades de *tendencia* iguales, y en sentidos contrarios; porque entonces no hay razon para que el uno de los cuerpos se mueva antes que el otro: luego es preciso procurar reducir todos los demas casos á este primero simple y evidente por sí mismo; lo qual no dexa de ser dificil, principalmente quando las masas son inconmensurables. Por esta razon casi no tenemos Obra alguna de Mecánica en que se haya probado, con la exâctitud que se requiere, la proposicion de que se trata; pues los mas se con-

 ten-

tentan con decir, que la fuerza de un cuerpo es el producto de su masa por su velocidad, y que quando estos productos son iguales, debe haber *Equilibrio*, porque las fuerzas son iguales, desentendiéndose estos Autores de que la palabra fuerza no presenta al alma ninguna idea clara; y de que los mismos Mecánicos estan tan discordes sobre el particular, que muchos pretenden que la fuerza es el producto de la masa por el quadrado de la velocidad. (*Véase* FUERZAS VIVAS.) *D' Alembert*, en su *Tratado de Dinámica*, impreso en 1743, *pág. 37 y sig.* procuró demostrar con rigor la proposicion de que se trata, á cuya Obra remito á mis lectores.

De todo esto se infiere que solo hay una ley posible de *Equilibrio*, un solo caso en que se verifique el de las masas en razon inversa de las velocidades; que por consiguiente un cuerpo en movimiento moverá á otro en reposo; porque este cuerpo en movimiento, comunicando una parte del suyo, debe guardar quanto pueda, esto es, solo debe comunicar el que se requiere, para que los dos cuerpos vayan despues del choque con una velocidad igual. De estos dos principios resultan las leyes del movimiento y de la Dinámica; y de quanto se ha dicho se sigue, que estas leyes no solo son las mas sencillas y las mejores, sino tambien las únicas que pudo establecer el Criador, atendidas las propiedades que dió á la materia. (*Véase* PERCUSION.)

Acerca del *Equilibrio* de los fluidos, (*Véase* FLUIDO, HIDROSTATICA.)

En lo demas, en rigor, solo deberia emplearse la palabra *Equilibrio*, para significar el reposo de dos potencias, ó de dos cuerpos que se hallan en un estado de esfuerzo continuo, y siempre contrapesado por un esfuerzo contrario; de suerte que, si uno de los dos esfuerzos contrarios llegase á cesar ó á disminuirse, se seguiria movimiento: luego dos pesos atados á los brazos de una balanza estan en *Equilibrio* en el verdadero sentido; porque estos dos pesos obran sin cesar uno contra otro, y dismi-

minuyendo uno de los pesos, se moverá la balanza. Al contrario, dos cuerpos iguales y duros que se chocan en sentido opuesto con velocidades iguales, destruyen á la verdad sus movimientos; pero no estan propiamente en *Equilibrio*, porque el esfuerzo recíproco de los dos cuerpos se aniquila por el choque; pasado el instante del choque han perdido hasta su tendencia al movimiento, y se hallan en un reposo absoluto y respectivo; de suerte que si se quitase uno de los cuerpos, quedaria el otro en reposo sin moverse. Sin embargo, para generalizar las ideas y simplificar el lenguage, damos en este Artículo el nombre de *Equilibrio* á todo estado de dos potencias ó fuerzas iguales que se destruyen, ya sea este estado instantáneo, ya dure tanto tiempo como se quiera.]

EQUILIBRIO. (*Centro de*) (*Véase* CENTRO DE EQUILIBRIO.)

EQUINOCCIAL. Epíteto que se da á todo lo relativo al Equinoccio; y así se dice *Línea Equinoccial* para significar la línea que parece corre el Sol en el tiempo de los equinoccios; llámanse *Puntos equinocciales*, los dos puntos de interseccion del Equador y de la Eclíptica &c.

EQUINOCCIAL. (*Círculo*) (*Véase* CIRCULO EQUINOCCIAL.)

EQUINOCCIAL. (*Línea*) (*Véase* LINEA EQUINOCCIAL.)

EQUINOCCIALES. (*Puntos*) (*Véase* PUNTOS EQUINOCCIALES.)

EQUINOCCIO. Tiempo en que el Sol se halla en el Equador, y en que el dia es igual á la noche. Este tiempo llega dos veces al año; luego hay dos dias de *Equinoccio*; á saber, el dia en que el Sol llega al primer punto de Aries, que es el 20 ó el 21 de Marzo, y el dia en que el Sol llega al primer punto de Libra, que es el 22 ó el 23 de Septiembre. En el primero de estos dias comienza nuestra primavera, y se le llama *Equinoccio de primavera*: en el otro comienza nuestro otoño, y se le llama *Equinoccio*

cio del otoño. Durante estos dos dias describe el Sol el Equador, que se corta por el horizonte en dos partes iguales; y por consiguiente este astro queda doce horas sobre el horizonte, y doce horas debaxo; lo que hace al dia, con respecto á la presencia del Sol sobre el horizonte, perfectamente igual á la noche.

EQUINOCCIOS. (*Precesion de los*) (*Véase* PRECESION DE LOS EQUINOCCIOS.)

EQUIPONDERANCIA. Igualdad de pesadez, ó, mas bien, igualdad de tendencia de dos ó mas cuerpos hácia un centro comun.

La *Equiponderancia* difiere del equilibrio en que este resulta de una igualdad de fuerzas que obran en sentidos contrarios, y la *Equiponderancia* proviene de la igualdad de la gravitacion de los cuerpos comparados. (*Véase* EQUILIBRIO *y* GRAVITACION.) Un cuerpo es *Equiponderante* con el agua, quando se sostiene en este fluido indiferentemente en el lugar que se le coloca.

ERA. Término desde el qual se comienzan á contar los años. Siendo este término una cosa arbitraria, no debe extrañarse, que los pueblos de la Antigüedad no se valiesen de uno solo; por cuya razon se cuentan muchas *Eras*, que todas se han reducido á los años del Período Juliano.

La *Era Griega*, llamada tambien *Era de las Olimpiadas*, desde la que contaban los Griegos sus años, comienza el año 3938 del Período Juliano, 776 años antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE LAS OLIMPIADAS.)

La *Era de la fundacion de Roma*, desde la que contaban los Judíos en otro tiempo sus años, comienza en el año de 3961 del Período Juliano, 753 años antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE LA FUNDACION DE ROMA.)

La *Era de Nabonassar*, llamada tambien *Era de los Babilónios*, desde la qual contaban sus años los Babilónios, comienza en el año de 3967 del Período Juliano, 747 años

años antes del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE NABONASSAR.)

La *Era Christiana*, llamada tambien *Era del Nacimiento de Jesu-Christo*, desde la que cuentan los Christianos sus años, comienza en el de 4714 del Período Juliano, el mismo año del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA CHRISTIANA.)

La *Era de los Mártires*, que tambien se llama *Era de la Persecucion*, ó *Era Diocleciana*, desde la que contaban sus años los primeros Christianos, y de que todavia se valen los Moros, comienza en el año 4997 del Período Juliano, 283 años despues del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DIOCLECIANA.)

La *Era de los Turcos*, de que se vale este pueblo y los demas que siguen la Religion Mahometana, y que tambien se llama *Era de la Hegira*, comienza en el año de 5335 del Período Juliano, 621 años despues del Nacimiento de Jesu-Christo. (*Véase* EPOCA DE MAHOMA.)

* La *Era Española*, ó *del César* (*Augusto*) es el año del Período Juliano 4676, que corresponde al año 38 antes de Christo, en que se apoderó Roma de la España en tiempo de dicho Emperador, ó recibiéron los Españoles el Calendario Romano: este modo de contar se abolió, como puede verse en el *Artículo* EPOCA CHRISTIANA. *

ERIDANO. (*El rio*) Nombre que se da en la Astronomía á una de las Constelaciones de la parte meridional del Cielo, colocada baxo de la Ballena, y que principia al pie occidental de Orion, cerca de Rigel, y acaba despues de varias curvaturas, baxo del Fenix: es una de las 48 Constelaciones formadas por *Tolomeo.* (*Véase la Astronomía de la Lande, pág. 180.*)

En la Constelacion del *Rio Erídano* hay una estrella de primera magnitud, conocida con el nombre de *Acarnar*, y colocada en la extremidad meridional del *Erídano*, baxo del Fenix: esta estrella tiene una declinacion meridional de-

demasiado grande para poder aparecer sobre nuestro horizonte, de suerte que jamas sale para nosotros.

ESCABROSO. Epíteto que se da á una superficie que tiene muchas desigualdades aparentes: digo aparentes, porque llamamos *lisas* á aquellas superficies, cuyas desigualdades no aparecen, aunque en realidad las tengan; pues toda superficie tiene desigualdades, porque siendo porosos todos los cuerpos, sus partes sólidas estan separadas unas de otras por intérvalos en que falta la materia propia del cuerpo. Estos intérvalos forman, en las superficies, las partes huecas, y las partes sólidas suministran las salientes; lo que, junto, produce las desigualdades de que hablamos, que son una de las principales causas que aumentan lo que se llama *frotacion* ó rozamiento (*Véase* Rozamiento); porque quando dos superficies se aplican una á otra, las partes salientes de la una entran en las huecas de la otra; y he aquí la causa de que no se deslicen con tanta facilidad una sobre otra; esta dificultad de deslizarse se llama *frotacion*; luego quanto mas considerables sean estas desigualdades, y mayor su número, tanto mas se aumentará la *frotacion*, siendo por otra parte iguales todas las cosas.

ESCALAS. Dáse este nombre á cada mitad de la cavidad del conducto huesoso, que envuelve el centro de la *cóclea*, y que da á su rededor dos vueltas y media en espiral. (*Véase* Coclea y Oreja.) La cavidad de este conducto, que siempre va en disminucion, acercándose al vértice del cono que forma el centro de la cóclea, se divide en toda su extension en dos partes *a*, *b*, (*Lám.* XXVIII, *fig.* 4) por un septo llamado *lámina espiral*. (*Véase* Lamina espiral.) Llámanse estas dos partes *Escalas*, de las quales una *rrrr* (*fig.* 6) es la externa, y la otra *ssss* la interna: el principio de estas dos *Escalas* se halla en el vestíbulo (*Véase* Vestibulo.), dentro del qual va á abrirse la *Escala* externa, al paso que la interna termina en la ventana redonda. (*Véase* Ventana redonda.)

ES-

ESCALENO. (*Triángulo*) (*Véase* Triangulo Escaleno.)

ESCAPE. Llámase *Escape* en un relox el mecanismo con que recibe el regulador el movimiento de la última rueda, y despues le suspende ó vuelve á obrar en ella, á fin de moderar y arreglar el movimiento del relox.

Suponiendo que *C* (*Lám. XIII, fig. 1*) es esta última rueda; *F G* es la pieza de *Escape*, que recibe movimiento de la rueda *C*, y que despues obra en ella segunda vez encaxando sus dientes, y baxando alternativamente sus dos extremidades *F* y *G*; siendo *d c* el grueso de la rueda *C*, y *f* el de la pieza de *Escape F G*: al exe *E i* de esta pieza adaptó *Huyghens* el péndulo *B p*, con lo que hizo el mayor servicio á la Reloxería (*Véase* Pendola ó Pendulo.)

ESCARCHA. (*Metéoro aquoso.*) Dáse el nombre de *Escarcha* á las nieblas, que llegando á helarse en forma de copitos, se pegan á las ramas de los árboles y de las plantas, á los vestidos y cabellos de los viajantes, á las crines de los caballos, y generalmente á todo lo que se expone á ellas.

En invierno y en los climas frios las *Escarchas* son mucho mas freqüentes y espesas, que en verano y en los climas calientes; porque entonces los vapores se condensan por el frio del ayre, casi al momento que salen de la superficie de la tierra y de las aguas, lo qual solo les permite elevarse á muy corta altura. Si, mientras quedan suspendidas de este modo en la parte de la atmósfera mas inmediata á la tierra, llega á aumentarse el frio, se condensan mas y mas y caen sobre todo lo que encuentran; pegándose á ello en forma de copitos, á los que se juntan otros sucesivamente y componen lo que llamamos *Escarcha*.

Quando se calienta el ayre, se derrite la *Escarcha*, y se disipa de uno de los dos modos siguientes: ó cae á tierra, y de esta suerte se insinúa en los cuerpos porosos que se

se encuentran en su superficie; ó pasa segunda vez al ayre, para volver á formar *Escarcha*, si únicamente se eleva á muy corta altura, ó nubes &c., quando sube mucho mas.

Debe tambien referirse á la *Escarcha* aquella especie de nieve que se pega á las paredes despues de grandes y repetidas heladas; porque los cuerpos sólidos se calientan con mas prontitud que el ayre, y porque estas paredes conservan, aun algun tiempo despues del desyelo, gran parte de la frialdad, que antes se les habia comunicado. Si esta va en aumento hasta el término del yelo y mas allá, las partículas de agua, de que está cargado el ayre, pegándose á las paredes, y acumulándose en ellas, forman una costra de yelo rara, esponjosa, y cuyas partículas casi estan sueltas.

Gran error seria creer que esta especie de nieve proviene de la humedad que sale de la pared: ¿de qué modo saldria, quando está mas fria, ó tanto como el yelo, y quando toda la humedad interior no puede menos de estar congelada?

Las redes de yelo que algunas veces se observan en las vidrieras de las ventanas son tambien una especie particular de *Escarcha*. Mientras dura la helada, el ayre del quarto está caliente ó templado, la vidriera está fria por la impresion del yelo exterior, y el vapor que se pega á ella del lado del quarto se congela de repente. En tiempo del desyelo, si el ayre del quarto todavia es muy frio, y el exterior templado, la humedad de afuera se pegará á los vidrios, y se helará en ellos. (Mayran, *Dis. sobre el yelo, part. II, sec. 4, cap. VI y VII.*)

En todas estas congelaciones se ve que reyna constantemente el mismo principio: los cuerpos sólidos, enfriados hasta cierto grado, yelan las partículas de agua que se pegan á su superficie; siendo el ayre el que da estas partículas de agua.

Todo cuerpo mas frio que el ayre que le rodea, le comunica una parte de su exceso de frialdad; y el ayre en-

fria-

friado de este modo, es menos propio para sostener los vapores que estan suspendidos en él; luego dexará que una parte se precipite; y si el cuerpo que causa el enfriamiento tiene la propiedad de atraer el agua, se cubrirá de moléculas aquosas, que se convertirán en copos á un grado de frio suficiente para producir este efecto.

Las congelaciones que se pegan á las vidrieras de las ventanas suelen ser muy notables por la extrañeza de las figuras que presentan. Dispónense de modo ciertas hebras ó tallitos de yelo, que resultan varias figuras curvilíneas, semejantes al bordado; y nada parece tan contrario á la direccion rectilínea y convergente, que siguen constantemente las partículas del yelo, quando se hallan en entera libertad. *Mayran* confiesa que este fenómeno le dió mucho que discurrir, hasta que al fin, habiendo reflexîonado que solo le habia observado en vidrieras recien limpiadas, creyó poder conjeturar que los contornos de que se trata se habian formado por la misma mano del vidriero, que para secar las vidrieras que acababa de lavar, las habia enxugado con un lienzo y arena fina; y de este modo, las partículas de yelo se habrian alojado en los sulquitos abiertos con la frotacion de los granitos de arena. Tambien cree *Mayran* que el fabricante que hizo el vidrio, meneando con una vara de hierro la materia vítrea en actual fusion, formó con este movimiento varias figuras curvilíneas, que subsisten despues del enfriamiento; luego aun prescindiendo de las circunstancias que acabamos de referir, se podria advertir el fenómeno de que hablamos; pero esto exîgiria un exâmen mas profundo. (Mayran, *Dis. sobre el yelo.*)

La industria de los Físicos suele aplicarse con felicidad á imitar á la Naturaleza. En qualquiera estacion del año se puede producir *Escarcha* artificial, parecida á la que se forma naturalmente, para lo qual se mezcla yelo machacado, ó nieve con sal en un vaso de vidrio delgado, bien enxuto por afuera, y que se mantiene cerca de un quarto de hora en un lugar fresco: esta mezcla produce un enfria-

 mien-

miento considerable, y pronto se ve que todo el exterior del vaso se cubre poco á poco de una especie de *Escarcha* ó de nieve, que no se diferencia de la natural. *Véase en las Lecciones de Física de* Nollet, *tom. III, pág. 362* el pormenor de este experimento, cuya explicacion hemos anticipado.

Llámanse tambien *Escarcha* los copitos muy menudos y próxîmos unos á otros que se advierten por la mañana en la superficie de la tierra, en ciertos tiempos del año, como á fines de invierno, y á mediados ó fines del otoño. Prodúcense por las gotas de rocío, que al caer en tierra, y sobre los cuerpos que se hallan en su superficie, los encuentran bastante frios para helarlos, lo qual sucede quando las noches han sido tan frescas y largas, que la tierra y los cuerpos que estan en su superficie, hayan podido perder una gran parte del calor que habian adquirido durante el dia. Por esta razon en lugar de las gotitas de rocío, que se hallarian sobre las plantas, tejados de las casas, tierras bastante compactas ó humedecidas para no absorber toda la humedad que reciben, solo se ven copitos; luego esta especie de *Escarcha* no es mas que rocío helado. (*Véase* Rocío.)

Para producir la *Escarcha* no es necesario que la tierra, ó los objetos terrestres, y aun el ayre, hayan adquirido el grado de frio que causa la congelacion, pues basta que no disten mucho de él. Lo que yela á estas gotitas de rocío que forman la *Escarcha*, principalmente es el *Enfriamiento* ocasionado por la *Evaporacion*, aumentada por el calor que se reanima en el ayre, y en especial por la primera accion del Sol. Muchas veces sucede, que el rocío, antes que salga el Sol, se vuelve *Escarcha* pocos instantes despues que este astro se halla sobre el horizonte; y entonces quando el Sol brilla mucho, la *Escarcha* hace no poco daño á las plantas y á las frutas; porque siendo la evaporacion mas considerable, es mucho mayor su enfriamiento. (*Véase* Enfriamiento.)

Los

Los cuerpos á que no adhiere el rocío, no se hallan cubiertos de *Escarcha*; por lo que jamas se la ve encima de los metales pulimentados, sin que pueda decirse qué sea el pulimento la causa que lo impide, pues abúnda muchísimo sobre el vidrio y la porcelana, que estan en disposicion de poderla recibir.

[ESCINTILACION. Movimiento de la luz que se advierte en las estrellas de primera magnitud, como si á cada instante despidiesen rayos que se reemplazasen por otros con una especie de vibracion.

Los planetas, sin embargo de que suelen brillar mas, no tienen este movimiento de *Escintilacion*, exceptuando á Venus en cierto tiempo, lo qual sirve tambien para distinguir las estrellas de los planetas. Como el diámetro aparente de una estrella no es de un segundo, es tan pequeño, que las menores moléculas de materia entre ellas y nosotros la hacen aparecer y desaparecér alternativamente; y concibiendo que estas alternativas sean bastante freqüentes y cortas para que nuestra vista apenas pueda distinguirlas una de otra, no será dificil comprehender que las estrellas deben aparecer en una especie de continuo temblor; lo que parece se confirma por la observacion hecha en ciertos paises, en donde el ayre es sumamente puro y tranquilo, y en donde se dice que no se verifica la *Escintilacion* de las estrellas; pero aun quando no hubiera en la tierra pais alguno en que el ayre fuese bastante sereno para que cesase el temblor aparente de la luz de las estrellas, esto no bastaria para destruir la explicacion anterior.

Garcin, Correspondiente de la Academia, é Individuo de la Sociedad Real de Londres, hallándose en la Arábia, con corta diferencia baxo del trópico de Cancer, en Gomron, ó Bander-Abassi, famoso puerto del golfo Pérsico, escribia á *Reaumur*, que vivia en un pais enteramente libre de vapores: la sequedad de las inmediaciones del golfo Pérsico es tal, que no solo no se ve salir jamas vapor al-

gu-

guno de la tierra, sino que tampoco se advierte una sola yerba en las tres estaciones calientes del año, á lo menos, en los lugares descubiertos y expuestos al Sol, pues todo es casi ceniza. Así es que en la primavera, verano y otoño duermen al ayre libre en lo mas alto de las casas que forman unos terrados, sobre sábanas, y sin cobertores: allí las estrellas presentan un espectáculo que hace la mas viva impresion: una luz pura, firme y brillante, sin centellear; solo en medio del invierno se advierte la *Escintilacion*, aunque muy floxa; por lo que *Garcin* no dudó de que la *Escintilacion* de las estrellas provenia de los vapores que se elevan continuamente en la atmósfera de los paises menos secos. La *Condamina* observó tambien en la parte del Perú, que ocupa lo largo de la costa, en donde jamas llueve, que la *Escintilacion* de las estrellas era menos notable que en nuestros climas; y *le Gentil* me aseguró que en Pondicheri, en los meses de Enero y Febrero, casi no se verifica *Escintilacion*, porque faltan los vapores.]

ESCLEROTICA. Dáse este nombre en la Anatomía á la porcion opaca *F E e f* (*Lám. XLVI, fig. 1*) de la *Córnea*. (*Véase* CORNEA.) Esta porcion opaca se extiende desde la córnea transparente *F f* hasta el fondo del ojo, y sirve para encerrar todas las partes que componen el globo del ojo: llámase tambien *Córnea opaca*.

ESCOPETA DE VIENTO. Especie de fusil por medio del qual se pueden arrojar balas con bastante violencia, sin el auxîlio de la pólvora, y empleando únicamente la fuerza del resorte del ayre.

Esta *Escopeta* (*Lám. XXVI, fig. 6*) tiene la forma de un arcabuz ordinario. Aquí se ha representado el rastrillo (*fig. 7*) separado de la *Escopeta*, á fin de que se vean las piezas que ponen en movimiento á la máquina. En la culata *A B C* (*fig. 6*) de la *Escopeta*, se halla encerrada una caxa de hierro, que tiene una figura con corta diferencia semejante á la de la misma culata que la contiene, y cuya extremidad se ve en *C*. Esta caxa soldada exácta-

tamente por todas partes, tiene dos aberturas, cerradas con válvulas, que describirémos despues, y sirve de receptáculo al ayre que se introduce en la máquina; para lo qual se adapta una bomba compresiva, semejante á la que representa la *fig.* 4 en la abertura de la caxa que se halla en el fondo de la culata. La bomba comprime ayre en la caxa, el que, despues que ha entrado, es detenido por la válvula, que le impide que salga, *I K* ó *i k* (*fig.* 8) colocada dentro de un morterete de metal *M O* ó *m o* que se atornilla en la caxa de hierro: su cola, que es quadrada en *K* ó *k*, pasa dentro de un agujero de la misma figura que está en el fondo del morterete para mantenerle siempre en su posicion, y no permitir que dé vueltas. Su parte cónica *I* ó *i* formada de rodaxas de cuero fuerte, colocadas unas sobre otras, se aloja en la cavidad cónica *l*, y la cierra exâctamente, pasando á *P* cierta cantidad de la prolongacion de la cola, cuyo uso se verá en breve: entre el fondo de la parte cónica *I* ó *i* y el del morterete, se ha puesto un resorte espiral *S*, que siempre tiende á mantener la válvula cerrada; y en la otra extremidad *C* (*fig.* 6) de la caxa de hierro se halla otra válvula enteramente semejante á la que acabamos de describir, sobre cuya parte *P* (*fig.* 8) descansa una varita quadrada *T* (*fig.* 6) apoyada y detenida por la palanca *e g*, representada con separacion en *E G*. Esta palanca está guarnecida de un apéndice *g* ó *G* que sale cerca de dos líneas; y el piñon *n* ó *N* del gatillo está guarnecido de otro apéndice igual *d* ó *D* (*fig.* 7.) El cañon *F H* (*fig.* 6) se junta á la caxa de hierro en *C* por un canalito *F V* algo encorvado: en el fondo *F* del cañon se pone una bala de calibre, á la que detiene un ligero taco.

Supongamos ahora que se haya condensado con fuerza el ayre en la caxa de hierro que le sirve de receptáculo; si, estando el rastrillo (*fig.* 7) adaptado á la *Escopeta* (*fig.* 6), se llega á tirar del gatillo *Y*, levanta el fiador *X* (*fig.* 7); lo que le da al piñon *n* la libertad

de

de circular: luego el resorte mayor *R r* le impele con fuerza: su apéndice *d* choca con el apéndice *g* (*fig.* 6) de la palanca *e g* que impele á la vara quadrada *T*, que dando sobre la pieza *P* (*fig.* 8) de la válvula, la abre un instante: el ayre condensado se escapa por el cañon *F H* (*fig.* 6) en donde encontrando á la bala se la lleva con una velocidad casi igual á la con que sale. Pero como los apéndices *g* (*fig.* 6) y *d* (*fig.* 7) tienen poca anchura, huyen uno de otro casi al mismo tiempo que se han herido; con lo que la válvula solo queda abierta un cortísimo momento siendo repelida en su cavidad *l* (*fig.* 8) por el resorte en espiral *S* y mejor todavía, por el ayre condensado, que queda en el receptáculo. Por esta razon, quando la *Escopeta* está bien cargada, pueden dispararse muchos tiros seguidos, sin necesidad de volverla á cargar; bien que los últimos son siempre mas ó menos débiles; porque la densidad del ayre, y por consiguiente su resorte, van siempre disminuyendo mas y mas á medida que sale.

Nollet y *Musschembroëtk* diéron la descripcion de una *Escopeta de viento* algo diferente de esta, bien construida sobre los mismos principios. Esta máquina (*Lámina LXXXIV*, *fig.* 14) tiene dos cañones, de los quales el verdadero, *A K*, en el que se pone la bala, está encerrado en otro *C E P D*, de mucho mayor calibre; y el intérvalo que se halla entre estos dos cañones sirve de receptáculo al ayre que en él se condensa por medio de la bomba *M N S* colocada dentro de la culata de la *Escopeta*.

Estas *Escopetas* son menos útiles que curiosas, y la dificultad de construirlas y de mantenerlas corrientes mucho tiempo, hace que necesariamente sean mas caras, menos cómodas y seguras que las comunes en que se emplea la pólvora: el peor fusil de municion arroja la bala con mas seguridad que una *Escopeta de viento*.

El ruido que hace esta quando se la dispara es sin compa-

paracion menor que el de una arma de fuego, porque ni la bala ni el ayre que la impele jamas hieren al ayre exterior con tanta violencia y prontitud, como una descarga de pólvora inflamada. Este ruido se oye algo mejor en un lugar cerrado que en el campo, porque el ayre exterior que recibe el golpe, apoyado contra las paredes, presenta mayor resistencia, al paso que afuera solo es un soplo que hace menos ruido que el rastrillo. Esta ventaja de disparar sin ser oido de lejos, si lo es, podria ser perjudicialísima en la sociedad: y es muy cuerda precaucion el restringir quanto se pueda el uso de esta arma; pues únicamente debe fiarse á manos seguras; porque no dexa de tener cierta fuerza, pues quando está cargada con 200 golpes de émbolo, despide una bala en términos que atraviesa una tabla de encina de cerca de una pulgada de grueso, y colocada á distancia de 70 pasos; y el nono ó décimo golpe todavía puede atravesar otra tabla igual á 20 ó 25 pasos, sin que sea necesario introducir nuevo ayre.

Si algo hay de cierto en lo que nos refieren las Historias acerca de la pólvora blanca, sin duda deben entenderse en el sentido figurado de la *Escopeta de viento*, que, como se acaba de ver, es capaz de dar un golpe mortal, sin hacer mucho ruido; porque como el ruido de un fusil no proviene del color de la pólvora, sino que es una conseqüencia necesaria de la repentina explosion de que es capaz, es claro, que qualquiera materia que se dilatase con la misma velocidad, fuese negra ó blanca, estallaria igualmente.

Algunos pretenden que la *Escopeta de viento* fué inventada por un tal *Marin*, vecino de Lisieux en Normandia, que se presentó á *Henrique IV*. Siendo esto así, no la debemos, como se ha pretendido, á unos artifices Holandeses, que á la verdad han despachado muchas desde entonces.

ESCORPION. Nombre del octavo signo del Zo-

diaco, como tambien de la octava parte de la Eclíptica, en la que nos parece entra el Sol el 23 de Octubre. Cuéntanse en esta Constelacion 35 estrellas notables: á saber, 1 de primera magnitud, 1 de segunda, 9 de tercera, 10 de quarta, 11 de quinta, y 3 de sexta. (*Véase* CONSTELACIONES.)

Con esta señal ♏ caracterizan los Astrónomos á *Escorpion.*

La estrella de primera magnitud que forma parte de la Constelacion del *Escorpion*, se llama *Antares*, ó el corazon del *Escorpion.* (*Véase la Astronomía de la Lande pág. 164.*)

ESCUDO DE SOBIESKI. Nombre que se da en la Astronomía á una de las 11 Constelaciones nuevas formadas por *Hevelio*, y añadidas á las antiguas en su Obra intitulada: *Firmamentum Sobieskianum*, en que dió la figura de ella. (*Véase la Astronomía de la Lande*, *pág. 188.*)

Esta Constelacion está colocada en el hemisferio austral, no muy distante del equador; entre *Antinoo*, el *Sagitario* y el *Serpentario.*

* ESENCIA. Así llaman los Químicos á la parte mas pura y sutil de los cuerpos, que separan de ellos por medio del fuego. *

ESFERA. Sólido terminado por todas partes en una superficie cuyos puntos distan igualmente de un mismo punto, que se llama *centro.* El sólido *ABDE* (*Lám. III, fig. 15*) es una *Esfera*, porque todos los puntos de su superficie distan igualmente del punto *C*, que es el centro. La *Esfera* puede considerarse como el sólido que engendraría la revolucion del semi-círculo *ABD*, girando al rededor del diámetro *AD*.

Todo corte, ó toda seccion de la *Esfera* por un plano es un círculo: si este plano pasa por el centro, la seccion se llama *círculo máximo de la Esfera*; y *círculo menor de la Esfera* se llama toda seccion de ella por un

pla-

plano que no pasa por el centro. Esto manifiesta que todo circulo máxîmo divide á la *Esfera* en dos hemisferios iguales; y al contrario, que todo circulo menor la divide en dos partes desiguales.

Para tener la superficie de una *Esfera*, debe multiplicarse la circunferencia de uno de sus círculos máxîmos *ABDEA* por su diámetro *AD*: luego la superficie de una *Esfera* es igual al producto de la circunferencia de uno de sus círculos máxîmos, multiplicada por su diámetro; lo que equivale á quatro veces el área del uno de sus círculos máxîmos.

Porque si se imagina un cilindro circunscripto á la *Esfera*, esto es, que rodee á la *Esfera*, tocándola en toda la circunferencia de uno de sus círculos máxîmos, de suerte, que la circunferencia de la base sea igual á la de un círculo máxîmo de la *Esfera*, y que al mismo tiempo tenga por altura el diámetro de esta *Esfera*; como la superficie convexâ de este cilindro es igual al producto de la circunferencia de su base multiplicada por su altura, puede inferirse que la superficie de la *Esfera* es igual á la superficie convexâ del cilindro circunscripto.

Y supuesto que para tener la superficie de un círculo debe multiplicarse su circunferencia por la mitad de su rayo, ó el quarto de su diámetro (*Véase* CIRCULO.); y que para tener la superficie de una *Esfera*, debe multiplicarse la circunferencia de uno de sus círculos máxîmos por su diámetro entero; se sigue que la superficie de una *Esfera* es quádrupla de la de uno de sus círculos máxîmos.

Síguese tambien que la superficie de una *Esfera* es á la superficie total del cilindro circunscripto, como 2 es á 3.

Para comparar entre sí las superficies de muchas *Esferas*, he aquí la regla que debe seguirse: las superficies de las Esferas son entre sí como los quadrados de sus rayos ó de sus diámetros.

Para tener la solidez de una *Esfera* debe evaluarse su superficie en medidas quadradas, por exemplo, en pulgadas ó en pies quadrados, y su diámetro en partes iguales al lado del quadrado que se toma por medida; multiplicar despues el número de las medidas quadradas que se hayan hallado en la superficie por la sexta parte del número de las medidas lineares del diámetro, ó por el tercio de la longitud del rayo; el producto dará la solidez de la *Esfera*: luego la solidez de una *Esfera* es igual al producto de su superficie multiplicada por el tercio del rayo de esta *Esfera*; y supuesto que, como acabamos de decir, la superficie de una *Esfera* es quádrupla de la de uno de sus círculos máxîmos, tambien se puede, para tener la solidez de una *Esfera*, multiplicar el tercio del rayo por quatro veces la superficie de uno de los círculos máxîmos; ó bien multiplicar la superficie de uno de los círculos máxîmos por quatro veces el tercio del rayo, ó, lo que es lo mismo, por los dos tercios del diámetro.

El que quisiera comparar entre sí las solideces de muchas *Esferas*, he aquí la regla que debe seguir: las solideces de muchas *Esferas* son entre sí como los cubos de sus rayos ó de sus diámetros; de suerte que una *Esfera* que tuviese un diámetro doble del de otra, tendria una solidez ocho veces tan grande como la del otro, porque 8 es el cubo de 2.

De lo dicho se infiere, que la solidez de una *Esfera* es á la del cilindro circunscripto, como 2 es á 3.

La solidez de una *Esfera* es á la del cubo circunscripto, como 11 es á 21. Lo mismo sucede con la relacion de la superficie de una *Esfera* á la del cubo circunscripto: en este caso la superficie de la *Esfera* es á la del cubo circunscripto, como 11 es á 21.

Esfera. *Término de Astronomía.* Orbe ó extension cóncava que rodea á nuestro globo, y á la que parece estan pegados los cuerpos celestes, el sol, las estrellas, los planetas y los cometas: llámase esto la *Esfera* del mundo.

[Es-

[Esta *Esfera* es sumamente grande; pues contiene las estrellas fixas, por lo que se la suele llamar *Esfera* de las estrellas fixas. El diámetro de la órbita de la tierra es tan pequeño, comparado con el diámetro de la *Esfera* del mundo, que el centro de la *Esfera* no padece mutacion sensible, aunque el observador se coloque sucesivamente en los diferentes puntos de la órbita; pero en todos tiempos y puntos de la superficie de la Tierra, los habitantes tienen las mismas apariencias de la *Esfera*, esto es, las estrellas fixas parece ocupan el mismo punto en la superficie de la *Esfera*. (*Véase* PARALAXE.) Nuestro modo de juzgar de la situacion de los astros, es concebir líneas rectas tiradas desde el ojo ó desde el centro de la Tierra, por entre el centro del astro, y que todavía continúan hasta que cortan á esta *Esfera*: los puntos en que terminan las líneas son los lugares aparentes de estos astros.

Para determinar mejor los lugares que ocupan los cuerpos en la *Esfera*, se han inventado diferentes círculos sobre la superficie, que por esta razon se llaman círculos *de la Esfera*. (*Véase* CIRCULOS DE LA ESFERA.)

De estos algunos se llaman *círculos máxîmos*, como la *Eclíptica*, el *Meridiano*, el *Equador* &c.; los otros *círculos menores*, como los trópicos, los paralelos &c.

ESFERA ARMILLAR. Instrumento de Astronomía, compuesto de muchos círculos huecos, colocados unos sobre otros, y que representan los círculos qne los Astrónomos han inventado en el cielo para entenderse mas fácilmente hablando de los movimientos de los cuerpos celestes. Este instrumento (*Lám. LIV, fig. 4.*) se compone de diez círculos, á saber, seis máxîmos y quatro menores, y de un exe sobre que circula la máquina: llámase *Esfera armillar* de la voz latina *armillà*, que significa anillo ó sortija, porque en efecto los círculos de la *Esfera* tienen, para decirlo así, esta forma.

Los seis círculos máxîmos son el Horizonte, el Meridiano, el Equador, la Eclíptica, y los dos Coluros: de

es-

estos los dos primeros son fixos; y los otros quatro, como tambien los quatro menores, que son los dos trópicos y los dos círculos polares, son móviles; formando un conjunto ó especie de armazon que circula sobre el exe: todo esto descansa sobre un pie ó apoyo.

El Horizonte es el círculo *ABG* colocado sobre quatro apoyos unidos al pie de la *Esfera*: encima de este círculo estan señalados otros dos, el uno de los quales se ha dividido en 365 partes iguales que representan los dias del año; y el otro en 360 partes iguales, que representan los grados de los doce signos que parece corre el Sol en un año. (*Véase* HORIZONTE.)

El Meridiano es el círculo *PMNQDZ*, elevado verticalmente y perpendicular al horizonte; está asegurado abaxo *N* en una muesca abierta al pie del instrumento, y por los lados en otras dos, hechas sobre el horizonte al Norte *B*, y al Mediodía *A*. Este círculo se divide en quatro veces 90 partes iguales ó grados, ó, lo que es lo mismo, en 360 grados divididos en quatro partes iguales, cada una de las quales comienza en el Equador, y se extiende hasta el polo. (*Véase* MERIDIANO.)

El Equador es el círculo *EC*, perpendicular al Meridiano y á los dos coluros, que tiene por exe y por polo el exe *PQ* y los mismos polos *P*, *Q* del Mundo. El coluro de los equinoccios le corta en dos puntos diametralmente opuestos, es decir, en los dos puntos en que tambien corta á la Eclíptica; y tambien le corta el coluro de los Solsticios en otros dos puntos diametralmente opuestos, y distando cada uno 90 grados por una y otra parte de los dos puntos en que le corta el coluro de los equinoccios. (*Véase* EQUADOR.)

La Eclíptica es el círculo *HGI*, inclinado al Equador *EC*, formando con él un ángulo de unos 23 grados y medio, y cortándole en dos puntos diametralmente opuestos, que se llaman *puntos equinocciales*. (*Véase* PUNTOS EQUINOCCIALES.) Este círculo se divide en 12 partes iguales

les de 30 grados cada una, que juntos componen 360 grados, en que se dividen todos los círculos. (*Véase* ECLIPTICA.)

Los dos coluros son los dos círculos *YFV*, *XHVIY* perpendiculares al Equador, y que pasan por los polos del Mundo en donde se cortan ambos en ángulos rectos. De estos dos círculos el uno pasa por los puntos equinocciales; y se llama *coluro de los equinoccios*; y el otro por los puntos solsticiales, y se llama *coluro de los solsticios.* (*Véase* COLUROS.)

Los dos trópicos son los dos círculos *HM*, *DI*, paralelos al Equador, y del que distan 23 grados y 30 minutos, el uno de un lado, y el otro del otro: llámase el primero *trópico de Cáncer*, y el segundo *trópico de Capricornio.* Estos dos círculos tocan á la Eclíptica en los puntos solsticiales, y comprehenden entre sí todo el espacio en que puede hallarse el Sol; cuyo espacio es de 47 grados. (*Véase* TRÓPICOS.)

Los dos círculos polares son los círculos *XYR* y *SVO*, paralelos al Equador, del que distan 66 grados y 30 minutos, el uno hácia el Norte, y el otro hácia el Sur, y tambien son paralelos á los trópicos, de los que distan cada uno 43 grados. Cada círculo de estos dista de los polos del Mundo 23 grados y 30 minutos: el que se halla hácia el polo Norte *P* se llama *círculo polar árctico*; y el que se halla hácia el polo Sur *Q*, se llama *círculo polar antárctico.* (*Véase* CIRCULOS POLARES.)

Ademas de estos círculos acompaña á la Eclíptica una faxa circular *HGI*, de cerca de 16 grados de ancho, cuyo medio ocupa, y al que divide en dos partes iguales: llámase esta faxa *Zodíaco*, y comprehende todos los puntos del cielo en que pueden aparecer los planetas: se divide en doce partes iguales, de 30 grados cada una, que se llaman *signos*, á los que se han dado los nombres de las Constelaciones que en otro tiempo ocupaban estas 12 divisiones. (*Véase* ZODIACO, y SIGNOS DEL ZODIACO.)

To-

Toda la máquina gira sobre el exe *PQ*, que puede mirarse como el exe del Mundo, y sobre el que está ensartado en el centro de la *Esfera* un pequeño globo *T* que representa á la Tierra. (*Véase* Exe del mundo.)

Colócase tambien sobre la *Esfera* una roseta *KL* ó circulito dividido en 24 horas que sirve para resolver diferentes problemas de un modo fácil y sin cálculo alguno. La roseta está asegurada encima del meridiano; tiene su centro en el polo de la *Esfera*; por consiguiente la extremidad *P* del exe se halla en el centro de la roseta; y tambien una aguja, que, colocada con fuerza, gira á medida que lo hace la *Esfera*.

El Meridiano *PMNQDZ* puede estar en las muescas hechas en el horizonte en *A* y en *B*, y al pie del instrumento en *N*, en la situacion que se quiera, á fin de poder colocar la *Esfera* segun la latitud del lugar. Quando esta situacion es tal, que los polos de la *Esfera* se hallan en el horizonte, y que el Equador es perpendicular al horizonte, se llama *Esfera recta*. (*Véase* Esfera recta.) Quando el uno de los polos de la *Esfera* está elevado sobre el horizonte, y el otro se halla debaxo de él, hallándose el Equador obliquo al horizonte, sea qual fuere su grado de obliqüidad, se llama *Esfera obliqua*. (*Véase* Esfera obliqua.) Finalmente quando los polos de la *Esfera* distan 90 grados de cada lado del horizonte, y el Equador es paralelo al horizonte, esto es, el mismo Equador sirve de horizonte, se llama *Esfera paralela*. (*Véase* Esfera paralela.) Claro está que solo los que habitan baxo del Equador, tienen la *Esfera recta*; que los que habitan precisamente debaxo de los polos, tienen la *Esfera paralela*; y que todos los demas habitantes de la tierra tienen la *Esfera obliqua*.

Por medio de la *Esfera armillar* se pueden resolver muchos problemas sin necesidad de cálculo alguno: puede *hallarse quales son los puntos del horizonte en que sale y se pone el Sol cada dia del año*; para lo que se debe

1º

1.º hacer girar el meridiano *PMNQDZ*, sin sacarlo de sus muescas, de modo que el polo esté elevado sobre el horizonte á una altura conveniente á la latitud del lugar; por exemplo, en París que está á 49 grados de latitud septentrional, es preciso que el polo Norte *P* esté elevado 49 grados sobre el horizonte *AGB*; de suerte que el arco del meridiano interceptado entre el polo *P* y el punto *B* del horizonte, sea de 49 grados; lo que es fácil de hallar por medio de las divisiones del meridiano, sobre el que se cuentan siempre los grados de la altura del polo: 2.º buscar qual es el grado de la Eclíptica, en que se halla el Sol el dia dado; estos grados estan señalados en frente de los dias sobre el círculo *AGB* que sirve de horizonte, y sobre el zodiaco *HGI*: 3.º conducirásе el grado hallado de la Eclíptica al horizonte; y se exâminará quanto dista el punto del horizonte á que corresponde este grado, quanto dista, vuelvo á decir, del punto del verdadero Oriente y del verdadero Occidente; y se hallará que en París, para el 21 de Junio, los puntos del horizonte en que el Sol sale y se pone, estan á 38 grados de los puntos cardinales del Este y del Oeste, y esto del lado del Norte; los en que el Sol sale y se pone el 21 de Diciembre, se hallan á 36 grados, 29 minutos de los mismos puntos cardinales del Este y del Oeste; pero del lado del Mediodía. Y así, desde el ocaso del verano hasta el de invierno hay en París 74 grados y 29 minutos de distancia; cuya cantidad todavía es mayor para los paises mas internados al Norte; y disminuye, al contrario, para los paises mas adelantados al Equador; de modo que baxo del mismo Equador solo se hallan 47 grados de diferencia entre los puntos en que el Sol sale y se pone en los dos solsticios.

Conocida la latitud del lugar en que uno está, y el lugar del Sol para un dia dado, hallar la longitud del dia y la de la noche. Habiendo dispuesto la *Esfera* segun la elevacion del polo del lugar, es preciso, 1.º llevar el

lugar del Sol baxo del Meridiano, y poner al mismo tiempo á Mediodia la aguja de la roseta: 2º hacer girar á la *Esfera* hasta que el lugar del Sol esté al horizonte del lado de Oriente, y observar á que horas se halla la aguja de la roseta: 3º volver la *Esfera* de Oriente á Occidente hasta que el lugar del Sol esté al horizonte del lado del Poniente; y el número de horas que haya corrido la aguja de la roseta en esta tercera operacion, dará la longitud del dia; y rebaxando este número de horas de 24, el resto dará la longitud de la noche. Por exemplo, en París, en donde el polo está elevado 49 grados, el 22 de Agosto, hallándose el Sol á 29 grados de Leo; quando este punto de la Eclíptica está al horizonte oriental, la aguja de la roseta señala las 5 de la mañana, y quando se halla al horizonte occidental, señala las 7 de la tarde; lo que da la longitud del dia de 14 horas, y rebaxadas de 24, quedan 10 para la longitud de la noche.

Es preciso observar, que por medio de la *Esfera armillar* no se pueden tener resultados muy exâctos, pero basta *el poco mas ó menos* quando no se necesita de gran precision. En lo demas tambien se puede con este instrumento resolver muchos problemas, que será fácil discurrir á poco que se reflexîone.

La *Esfera armillar*, cuya construccion y usos acabamos de dar, está hecha segun el sistema de *Toloméo*, que supone á la Tierra inmóvil en el centro del Universo, y á todos los cuerpos celestes girando al rededor de ella en el espacio de unas 24 horas. Sin embargo de que este movimiento no sea real, y de que su apariencia solo sea efecto del movimiento diurno de la Tierra sobre su exe, con todo, esta *Esfera* es muy á propósito para representar el estado del Cielo en el instante que se quiera, porque este estado siempre debe parecernos el mismo, ya se mueva el Sol, ya la Tierra; por cuya razon pueden por medio de ella resolverse muchos problemas de Astronomía. Pero quando se quiere representar los movimien-

tos de los cuerpos celestes quales son en realidad, es preciso valerse de la *Esfera de Copérnico.* (*Véase* Esfera de Copernico.)

Esfera (*Círculos de la*) *Véase* Circulos de la Esfera.)

Esfera de actividad. Extension determinada en cuyo centro está colocado el cuerpo que obra: tal es, por exemplo, la extension que puede iluminar una vela encendida, en el centro de la qual está colocada esta vela. Llámase esta extension la *Esfera de actividad* de esta vela, llegando á ser la misma vela el centro de esta *Esfera de actividad*: tambien llamamos *Esfera de actividad* de un iman, de un cuerpo electrizado &c., la extension á que puede producir algun efecto sensible la virtud ó la eficacia del iman, del cuerpo electrizado &c.

Esfera de Copernico. Instrumento de Astronomía, compuesto de muchos círculos huecos, colocados unos dentro de otros, y que representan la posicion y los movimientos de los cuerpos celestes segun el sistema de *Copérnico*. En este instrumento, que se representa en la *Lám. LIV, fig. 5*, se ve una faxa ancha circular *HGI*, colocada horizontalmente, y que manifiesta al Zodíaco, dividido, segun su anchura, en dos partes iguales por una línea circular, llamada la *Eclíptica*. El Equador *EGC* está inclinado á la Eclíptica *HGI* 23 grados y medio, y la corta en dos puntos diametralmente opuestos, llamados *puntos equinocciales*, porque la Tierra ve al Sol en estos puntos los dias de los equinoccios.

En el centro de la máquina se halla una bola dorada *S*, que representa al Sol, y está ensartada en el exe *AB* del Zodíaco: al rededor de ella sobre el mismo exe estan colocados siete círculos móviles que sirven de apoyos á las seis bolas que representan los seis planetas primitivos. El menor *M*, y el mas inmediato al Sol, sostiene á Mercurio; el segundo *V* á Venus; el tercero *T* á la Tierra guarnecida de su meridiano y de su horizonte, á cuyo re-

dedor gira la Luna *L*; el quarto *D* á Marte; el quinto *P* á Júpiter; el sexto *R* á Saturno; y como Herschel se ha descubierto últimamente, y es el que mas dista del Sol, debe colocarse despues de Saturno.

El exe de la Tierra *T* es paralelo al del Equador celeste *EGC*, y está inclinado 23 grados y medio al de la Eclíptica *HGI*; de modo que este paralelismo y esta inclinacion son siempre los mismos en qualquiera lugar que se halle la Tierra durante toda su revolucion al rededor del Sol; de suerte que su exe permanece siempre inclinado en el mismo sentido y paralelo á sí mismo. Este paralelismo se conserva por medio de dos poleitas del mismo diámetro, una de las quales está ensartada sobre el exe del Zodíaco, y la otra sobre la pieza que sostiene á la Tierra, y abrazadas por una cuerda sin fin.

Suponiendo que cada vez que la Tierra adelanta cerca de un grado en la Eclíptica, da una vuelta entera sobre su exe de Occidente á Oriente, se explicará con esto la apariencia del movimiento diurno de todos los cuerpos celestes; porque al paso que la Tierra gira sobre su exe de Occidente á Oriente, un Observador colocado en su superficie, que no advierte este movimiento, cree ver á todos los cuerpos celestes girando al rededor de sí de Oriente á Occidente.

Colocando á la Tierra, como se halla en la figura, entre el Sol y el primer punto *H* de Capricornio ♑, que es la posicion que tiene el 21 de Junio, el Observador verá al Sol en el primer punto *I* de Cancer ♋, y el rayo solar que tenderá perpendicularmente á la superficie de la Tierra, encontrará al trópico terrestre de Cáncer: he aquí el principio de nuestro verano.

Hágase que la Tierra adelante en la Eclíptica segun el órden de los signos, y que se la detenga en el primer punto de Aries ♈, que es su posicion el 23 de Septiembre, y verá al Sol en el primer punto de Libra ♎; y el rayo solar encontrará al Equador terrestre: este es el principio de nuestro otoño.

Ha-

Haciendo que la Tierra adelante en el mismo sentido en la Ecliptica, y deteniéndola en el primer punto *I* de Cáncer ♋, que es su posicion el 21 de Diciembre, verá al Sol en el primer punto *H* de Capricornio ♑, y el rayo solar encontrará al trópico terrestre de Capricornio; siendo este el principio de nuestro invierno.

Finalmente, si todavia se hace que adelante la Tierra en la Ecliptica hasta el primer punto de Libra ♎, que es la posicion en que se halla el 21 de Marzo, verá al Sol en el primer punto de Aries ♈, y el rayo solar encontrará al Equador terrestre, como en la segunda posicion: he aquí el principio de nuestra primavera.

Esto manifiesta, que es fácil explicar la mutacion de las estaciones. (*Véase* Estaciones.)

* Esfera recta. Es la en que sus polos se hallan en el horizonte, y en que el Equador es perpendicular al horizonte. Verificase esta *Esfera* para los que habitan precisamente debaxo del Equador; esto es, aquellos que no tienen latitud alguna. Sea *A M B P A* (*Lám. LV, fig. 1*) el Meridiano; *A B* el diámetro del Equador; *M P* el diámetro del horizonte, y el exe sobre que gira la Tierra diariamente; *E C* el diámetro de la Ecliptica; *E D* el diámetro del trópico de Cancer; *F C* el diámetro del trópico de Capricornio; *G I* y *K L* los diámetros de los círculos polares; *P* el polo norte; *M* el polo sur, que tambien son los polos del Equador y del Mundo; *A* el zenith; y *B* el nadir. Claro está que en esta posicion, los dos polos *P* y *M* se hallan en el horizonte *M P*; y que el Equador *A B* es perpendicular al horizonte *M P*.

En esta posicion de la *Esfera* se ven todos los astros; á saber, las Estrellas, el Sol, la Luna y los demas planetas, que suben ó baxan perpendicularmente al horizonte *M P*; por lo que se la llama *Esfera recta*; luego parece que todas las estrellas suben y baxan con un movimiento comun, y describen semi-círculos sobre el horizonte, haciendo otro tanto debaxo de él; lo que forma círculos en-

te-

teros, que son paralelos entre sí y al Equador *A B*: por ellos se inventáron los paralelos ó *círculos de latitud geográfica*, que se colocan sobre los globos terrestres y celestes. (*Véase* PARALELOS.)

En la *Esfera recta* pasa el Sol dos veces al año por el zenith *A*, esto es, el 20 de Marzo, y el 22 de Septiembre, dias en que describe el Equador *A B*; y como nunca sale de la Eclíptica *E C*, se aparta durante todo el resto del año á la derecha ó á la izquierda del Equador *A B* para acercarse ya al trópico de Cáncer *E D*, ya al de Capricornio *F C*; de donde se sigue, que en la *Esfera recta* se tiene al Sol del lado del norte, y la sombra del lado del mediodía, la mitad del año; á saber, desde el 20 de Marzo hasta el 22 de Septiembre. Durante los otros seis meses del año se tiene al Sol del lado del mediodía y la sombra del lado del norte; y en los dias de los Equinoccios desaparece la sombra enteramente á la hora de mediodía. Lo mismo le sucede á la Luna y demas planetas, que durante cada una de sus revoluciones periódicas, pasán dos veces por el zenith *A*; durante la mitad del tiempo de cada revolucion, se hallan al norte del Equador, y durante la otra mitad al sur del mismo círculo. Este apartamiento de una y otra parte del Equador se llama *declinacion*, la que se mide por el arco del Meridiano, comprehendido entre el Equador y el centro del astro.

En la *Esfera recta*, el Equador *A B* y todos sus paralelos, como *E D*, *F C*, *G I* &c. se cortan por el horizonte *M P*, en dos partes iguales; de donde se sigue que el Sol, que jamas sale de la Eclíptica *E C*, y que por consiguiente se halla siempre en el Equador, ó en el uno de sus paralelos, está en cada una de sus revoluciones diurnas, doce horas sobre el horizonte, y doce horas debaxo, lo que hace á los dias iguales á las noches durante todo el año: lo mismo sucede á las estrellas, luna y demas planetas, que en cada revolucion diurna quedan tanto tiempo sobre el horizonte como baxo de él.

En

En la *Esfera recta* todas las estrellas que han salido al mismo tiempo, llegan juntas á su mayor altura, y se hallan dispuestas desde un polo al otro en un semi-círculo *P A M*, llamado el *Meridiano*: y todos los puntos de su mayor descenso baxo del horizonte, forman otro semi-círculo *M B P*, que con el primero completa el círculo *P A M B P*. El primer semi-círculo determina el mediodía, y el otro la media noche; el Meridiano se multiplica tantas veces quantos puntos hay en el Equador: estos círculos tambien estan señalados sobre los globos terrestres; y se llaman *círculos de longitud geográfica*; se cuentan de Occidente á Oriente; habiéndose convenido los Sabios en colocar al primero en la isla del Hierro.

En la *Esfera recta* todas las estrellas del cielo aparecen sucesivamente sobre el horizonte en el intérvalo de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos, tiempo que dura la rotacion de la Tierra sobre su exe; al paso que en las demas posiciones de la *Esfera* siempre hay una parte de las estrellas que jamas salen, y otra parte que jamas se ponen. Brisson *Trat. Elem. de Física*. *

Esfera movil. Instrumento de Astronomía, que representa los movimientos de los planetas, conforme á las observaciones; y, hablando con propiedad, es la *Esfera de Copérnico*, puesta en movimiento por medio de ruedas que gobierna una péndola. La primera *Esfera móvil* que se construyó fué la de *Juan Pigeon*, Artífice muy ingenioso, que dió su descripcion; tambien se halla otra inventada por *Meynier*, en las *Máquinas aprobadas por la Academia de las Ciencias, tom. IV, pág. 55*. *Castel*, Secretario del Rey, executó una que anda con toda la precision que puede prometer semejante máquina.

* Esfera obliqua. Es aquella en que el uno de los polos está elevado sobre el horizonte, y el otro debaxo de él; pero de modo que el Equador y todos sus paralelos son obliqüos al horizonte. Verificase esta *Esfera* para todos los paises de la tierra, que no estan situados debaxo del Equador,

dor, ni de sus polos, esto es, aquellos que tienen una latitud menor de 90 grados. Sea *Z H N O Z* (*Lám. LV*, *fig.* 2) el Meridiano; *A B* el Equador; *H O* el horizonte; *M P* el exe del Mundo, ó del Equador sobre que gira la Tierra; *E C* la Eclíptica; *E D* el trópico de Cancer; *F C* el trópico de Capricornio; *G I* y *K L* los círculos polares; *P* el polo norte; *M* el polo sur; *Z* el zenith; *N* el nadir. En esta situacion el uno *P* de los polos está elevado sobre el horizonte *H O*, y el otro polo *M* ha descendido baxo de él; y el Equador *A B* es, como todos sus paralelos, obliqüo al horizonte *H O*: obliqüidad que puede aumentar desde la Esfera recta (*Véase* Esfera recta) hasta la en que el horizonte y el Equador se hallan en el mismo plano. En Paris, por exemplo, que está á 48 grados y 50 minutos de latitud septentrional, y en donde el polo norte *P* se eleva por consiguiente igual cantidad, se tiene la *Esfera obliqua*.

En la *Esfera obliqua* todos los paralelos al Equador *A B*, como *E D*, *e d*, *Y O*, *F C* &c. son cortados por el horizonte *H O* en dos partes desiguales; y solo el Equador *A B* lo es por el horizonte *H O* en dos partes iguales. De donde se sigue, que en esta posicion, el dia no es igual á la noche, sino quando el Sol se halla en el Equador *A B*; á saber, el 20 de Marzo y el 22 de Septiembre, dias de los equinoccios: en todo el resto del año, los dias son ó mas largos ó mas cortos que las noches; porque el Sol, que jamas sale de la Eclíptica *E C*, describe uno de los paralelos al Equador, como, por exemplo, *a b* ó *g h*, que todos se cortan por el horizonte *H O* en dos partes desiguales *a t* y *t b*, ó *g u* y *u h*.

En los paises septentrionales, como la Europa &c. son los dias mas largos que las noches, mientras que el Sol está situado entre el Equador *A B* y el polo norte *P*, ó, lo que es lo mismo, en la mitad *T E* de la Eclíptica; lo qual sucede desde 20 de Marzo hasta 22 de Septiembre, durante cuyo tiempo el Sol parece correr los seis signos septen-

tentrionales, que son *Aries*, *Tauro* y *Géminis*; *Cáncer*, *Leo*, *Virgo*, porque entonces su declinacion es septentrional, y describe uno de los paralelos colocados al norte del Equador, como *a b* ó *E D*, que tienen su mayor porcion *a t* ó *E R* sobre el horizonte *H O*. Estos paises, al contrario, tienen los dias mas cortos que las noches, mientras está situado el Sol entre el Equador *A B* y el polo sur *M*, ó en la otra mitad *T C* de la Eclíptica; lo que se verifica desde el 22 de Septiembre hasta el 20 de Marzo, durante cuyo tiempo el Sol parece corre los seis signos meridionales, que son *Libra*, *Escorpion*, *Sagitario*, *Capricornio*, *Aquario* y *Piscis*; porque entonces su declinacion es meridional, y describe uno de los paralelos colocados al sur del Equador, como *g h* ó *F C*, que solo tienen su menor porcion *g u* ó *F S* sobre el horizonte *H O*.

En los paises meridionales en que el polo sur *M* está elevado sobre el horizonte, por las mismas razones son los dias largos, quando en los paises septentrionales las noches son largas &c.

En la *Esfera obliqua*, las porciones de los paralelos colocadas sobre el horizonte son tanto mayores, con respecto á sus porciones colocadas debaxo, esto es, son de un número de grados tanto mayor, quanto el paralelo está mas cerca del polo elevado: es así, que el trópico de Cáncer *E D* es, entre todos los paralelos que describe el Sol, el que está mas inmediato al polo norte *P*; luego he aquí por que en los paises septentrionales, el dia mas largo del año es aquel en que el Sol describe este trópico, esto es, el dia del solsticio de verano: por la misma razon, la noche mas larga para los mismos paises es la del solsticio de invierno, tiempo en que el Sol describe el trópico de Capricornio *F C*.

En la *Esfera obliqua*, como en la Esfera recta, el dia es igual á la noche en el tiempo de los equinoccios; porque entonces el Sol describe el Equador *A B*, que siempre se corta en dos partes iguales *T A*, *T B*, por un hori-

zonte qualquiera segun la propiedad de los círculos máximos de la *Esfera*, que todos pasan por el centro, y se cortan por todos lados en dos partes iguales.

En la *Esfera obliqua*, los dias igualmente distantes del mismo solsticio, son iguales para la misma latitud. Por exemplo, en Paris, el 20 de Mayo y el 23 de Julio, el Sol se pone á una misma hora, porque siendo su declinacion de 20 grados en el uno de estos dias, como en el otro, describe el mismo paralelo *a b*, ya el 20 de Mayo apartándose del Equador *A B* para adelantarse hácia el trópico de Cáncer *E D*, ya el 23 de Julio acercándose al Equador despues del solsticio de verano. Quando el Sol, en lugar de tener 20 grados de declinacion boreal, como en el caso de que acabamos de hablar, tiene 20 grados de declinacion austral, y describe el paralelo *g h*, lo que sucede el 21 de Noviembre, y el 20 de Enero, la longitud de la noche es, en Paris, igual á la longitud del dia en el primer caso; y la longitud del dia es la misma que era la de la noche, quando el Sol describia el paralelo semejante *a b* al norte del Equador *A B*; porque á 20 grados por una y otra parte del Equador, los paralelos *a b* y *g h* son iguales, y se cortan igualmente por el horizonte *H O*, pero en un órden inverso.

En la *Esfera obliqua*, se ve que todas las estrellas, como el Sol y los planetas, suben y baxan obliquamente al horizonte, y paralelamente al Equador; de modo que cada una de sus revoluciones se hace en un círculo paralelo al Equador *A B*, é inclinado la misma cantidad que él al horizonte: tales son los paralelos *F C*, *E D*, *e d*, *Y O*, *G I* &c.

Obsérvase 1.º que en la *Esfera obliqua* boreal, aquellas estrellas que pertenecen al hemisferio septentrional *A P B*, describen, desde su orto hasta su ocaso, porciones de círculo *E R* ó *e r* de mayor número de grados, y por consiguiente quedan mas tiempo sobre el horizonte *H O*, que las del hemisferio meridional *A M B*, que solo des-

criben sobre el horizonte las pequeñas porciones de círculo *F S* ó *f s*.

2º Que estas diferencias van aumentando á proporcion que dichas estrellas describen paralelos mas distantes del Equador por una y otra parte; porque la diferencia entre *e n* y *f s* es mayor que la que hay entre *a t* y *g u*.

3º Que en latitudes iguales, como en *E D* y en *F C*, las del hemisferio septentrional quedan tanto tiempo sobre el horizonte *H O*, como pasan debaxo las del hemisferio meridional; porque *E R* es igual á *S C*.

4º Que todas las estrellas que se hallan á una distancia del Equador *A B*, hácia el norte *P*, mayor que el complemento de la elevacion del polo, es decir, que en Paris, por exemplo (en donde el polo se eleva 48 grados y 50 minutos), distan de él mas de 41 grados y 10 minutos, hacen sus revoluciones enteras sobre el horizonte, y jamas se ponen: de este número son todas las estrellas situadas entre el paralelo *V O* y el polo norte *P*: y que al contrario, las que se apartan del Equador *A B* mas de 41 grados y 10 minutos hácia el sur *M*, como son todas las estrellas situadas entre el paralelo *H V* y el polo sur *M*; jamas aparecen sobre el horizonte *H O*, supuesto que los paralelos que describen estas últimas se hallan enteros baxo del horizonte *H O*, al paso que los paralelos que describen las primeras, se hallan enteros encima. Las mismas apariencias se verifican en la *Esfera obliqua* austral, pero en un órden inverso.

Por lo que hace á los planetas que pasan de un hemisferio á otro corriendo el Zodíaco, como la Luna, Marte, Júpiter &c. los arcos que describen sobre el horizonte, en la *Esfera obliqua* boreal, son mayores que los que describen debaxo, mientras estan al norte del Equador; lo contrario sucede quando se hallan al sur, esto es, por exemplo, que quando la Luna pasa el Equador *A B*, y se encuentra entre el hemisferio septentrional, en la mitad del Zodíaco, cuyo medio ocupa la porcion *T E* de la Eclíp-

tica, está mas tiempo sobre el horizonte que debaxo, y tanto mas tiempo quanto está mas adelantada hácia el trópico de Cáncer *E D*: lo contrario se verifica, y con las mismas proporciones, quando se halla en el hemisferio meridional, en la porcion *T C* de la Eclíptica.

Dos paises situados en latitudes iguales, pero de los quales el uno *E* está al norte, y el otro *F* al mediodía del Equador *A B*, siempre tienen estaciones opuestas; el verano del uno causa el invierno del otro; la primavera del primero es el otoño para el segundo; porque las porciones de los paralelos que estan sobre el horizonte del pais situado al norte, son iguales á las porciones de los paralelos que se hallan baxo del horizonte del pais situado al mediodía, tomando los mismos dias. En efecto, puesto que suponemos las latitudes iguales; la porcion *E R* del paralelo que está sobre el horizonte del pais situado al norte, es igual á la porcion *S C* del paralelo semejante que se halla baxo del horizonte del pais situado al mediodía; luego el uno de estos paises tiene la duracion del mismo dia, igual á la duracion de la noche del otro; verificándose el verano para el uno al mismo tiempo que el invierno para el otro.

Los paises situados baxo de un mismo paralelo, y del mismo lado del Equador, siempre tienen la misma duracion del dia, y la misma estacion á un tiempo, á qualquiera distancia que esten unos de otros; porque teniendo la misma altura de polo, todos los paralelos se cortan allí del mismo modo por el horizonte. Y así *Nápoles* y *Pekin*, que se hallan, con poquísima diferencia, á la misma latitud del lado del norte, tienen las mismas estaciones, y poco mas ó menos, la misma duracion del dia al mismo tiempo, aunque á 2500 leguas uno de otro.

Claro está, que todo lo particular que tiene esta posicion de la *Esfera*, resulta de la rotacion diurna de la Tierra sobre el exe *P M*, y de la obliquidad de este exe, como tambien del Equador *A B* al horizonte *H O*; porque ca-

cada punto de la superficie de la Tierra describe un círculo de Occidente á Oriente, en el intérvalo de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos; y todos estos círculos, que tienen un diámetro tanto menor quanto mas cerca estan de los polos, son paralelos al Equador, é inclinados, como él, al horizonte; de donde debe resultar la apariencia del movimiento diurno de los astros de Oriente á Occidente, y con el mismo grado de obliqüidad. Brisson, *Trat. Elem. de Física*. *

* ESFERA PARALELA. Es aquella en que los polos distan 90 grados por cada lado del horizonte, y en que el Equador es paralelo al horizonte; ó, mas bien, en que el mismo Equador sirve de horizonte. Esta *Esfera* solo se verifica para dos puntos de la Tierra, esto es, para los dos polos, es decir, para los dos puntos de la Tierra, que tienen 90 grados de latitud. Sea *P A M B P* (*Lám. LV, fig. 4*) el Meridiano; *A B* el Equador y el horizonte; *E C* la Eclíptica; *M P* el exe sobre el que gira la Tierra; *E D* el trópico de Cáncer; *F C* el trópico de Capricornio; *G I* y *K L* los círculos polares; *P* el polo norte y el zenith; *M* el polo sur y el nadir. En esta posicion, claro está, que el polo *P* se halla en el zenith, esto es, á 90 grados de altura; y que el Equador *A B* se ha confundido con el horizonte. Todos los paralelos colocados al norte del Equador, ó en el hemisferio septentrional *A P B* se hallan enteros sobre el horizonte *A B*; y todos los paralelos colocados al sur del Equador, ó en el hemisferio meridional *A M B* estan enteros baxo del horizonte *A B*. De aquí resultan los fenómenos siguientes.

En la *Esfera paralela* solo puede verse una mitad del Cielo, y siempre la misma; las estrellas que estan sobre el horizonte *A B* jamas se ponen; y quedan siempre á la misma altura; al paso que las situadas en el otro hemisferio; nunca aparecen.

En la *Esfera paralela*, un Observador colocado en pie se hallaria precisamente baxo del polo *P*, y giraria, como

mo sobre un quicio, de derecha á izquierda, en el intérvalo de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos. Pero como este movimiento, que seria muy uniforme y lento, en nada alteraria la relacion que con él tendrian los objetos terrestres, no dexaria de atribuirlo á los astros que miraria en el Cielo, pues les veria mudar continuamente de posicion con respecto á él, y en un sentido opuesto; de suerte que creeria verlos girar á su rededor de izquierda á derecha.

En la *Esfera paralela*, las estrellas parece describen círculos enteros, paralelos todos entre sí y al horizonte *A B*; porque en esta posicion de la *Esfera*, el zenith *P*, que es el polo del horizonte, se halla ser tambien el del mundo sobre el qual parece se hacen todos estos movimientos: de donde se sigue, que las estrellas que estan mas elevadas, como en *G*, parece hacen sus revoluciones en círculos menores, que las que estan menos elevadas, como en *E* ó en *a*; porque el diámetro del círculo que describen las primeras es *G I* menor que *E D* ó *a b*, diámetros de los círculos que describen las últimas. Lo mismo sucede con el Sol, la Luna y demas planetas: quando describen el paralelo *E D*, hacen su revolucion en un círculo menor, que quando describen el paralelo *a b*, ó el Equador *A B*.

En la *Esfera paralela*, el año solo se compone de un dia y una noche, cada uno, con corta diferencia, de 6 meses; porque mientras que el Sol está, por exemplo, en los signos septentrionales, situados en la parte *T E* de la Eclíptica, á saber, desde el 20 de Marzo hasta el 22 de Septiembre, el polo boreal *P* queda iluminado sin interrupcion; todos los paralelos que describe el Sol cada dia, desde el Equador *A B* hasta el trópico de Cáncer *E D*, se hallan sobre el horizonte; de modo que el Sol parece gira cada 24 horas al rededor de todo el horizonte, sin que parezca acercarse, ni apartarse de él, y sin que al parecer mude de altura, á lo menos, sensiblemente, aunque lo execute en realidad; lo que solo se advierte pasado cierto tiempo. Pero inmediatamente que el Sol, despues del equinoc-

nocció de nuestro otoño, pasa dentro de los signos meridionales, situados en la parte *T C* de la Eclíptica, todo el tiempo que en ellos queda, esto es, desde el 22 de Septiembre hasta el 20 de Marzo, no vuelve á aparecer sobre el horizonte; los paralelos que describe desde el Equador *A B* hasta el trópico de Capricornio *F C*, estan del todo en el hemisferio inferior é invisible al polo boreal *P*: luego un Observador que se hallase colocado baxo del polo *P* veria al Sol circulando durante cerca de 6 meses á su rededor, y quedaria con corta diferencia otro tanto tiempo sin volverlo á ver.

Haciendo los planetas sus movimientos propios dentro de órbitas que se apartan poco del plano de la Eclíptica *E C*, se hallan, como el Sol, ya á un lado del Equador *A B*, ya al otro: de donde se sigue, que en la *Esfera paralela* boreal, se hallan sobre el horizonte todo el tiempo que estan en la mitad del Zodíaco, cuyo medio ocupa la porcion *T E* de la Eclíptica, y debaxo todo el tiempo que estan en la otra mitad del Zodíaco correspondiente á la otra porcion *T C* de la Eclíptica: luego haciendo cada una de ellas, como las estrellas, revoluciones circulares aparentes en el intérvalo de cerca de 24 horas, no dexa de ser visible en el punto *P* durante cerca de la mitad del tiempo que emplea en correr su órbita: luego la Luna aparece sobre el horizonte durante cerca de $14\frac{3}{4}$ dias de seguida; Mercurio durante cerca de 6 semanas; Venus durante cerca de $3\frac{3}{4}$ meses; Marte durante cerca de $11\frac{1}{4}$ meses; Júpiter durante cerca de 5 años y 11 meses; Saturno durante cerca de 14 años $8\frac{1}{2}$ meses; y Herschel durante cerca de 41 años y 8 meses: despues de lo qual desaparece cada uno por un tiempo con corta diferencia igual á el en que ha aparecido.

Las mismas apariencias se verifican en la *Esfera paralela* austral, que tiene el polo sur *M* á su zenith, lo que es fácil de comprehender volviendo la *figura 4*.

En la *Esfera paralela*, la sombra de un cuerpo parece gi-

gira cada dia, sin mudar sensiblemente de longitud; pues su curso es notoriamente circular; de suerte que para formar allí un quadrante horizontal bastaria dividir un círculo en 24 partes iguales, y colocar en su centro un estilo vertical; bien que el punto del mediodía seria indeterminado; y la meridiana vendria á ser de pura convencion.

Esfera. (*Polos de la*) (*Véase* Polos de la esfera.)

ESFERICO. Epíteto que se da á todo lo que tiene relacion, ó la figura de una esfera; como, por exemplo, una bola perfectamente redonda, esto es, una bola en que todos los puntos de la superficie distan igualmente de otro punto, llamado centro. (*Véase* Esfera.)

Esferico. (*Segmento*) (*Véase* Segmento esferico.)

Esferico. (*Sector*) (*Véase* Sector esferico.)

Esferico. (*Triángulo*) (*Véase* Triangulo esferico.)

ESFEROIDE. Cuerpo sólido, cuya figura se acerca mucho á la de una esfera, pero que sin embargo no es enteramente esférica, por no tener todos sus diámetros iguales.

La Tierra, por medio de su movimiento de rotacion sobre su exe, que ha dado una fuerza centrífuga mayor á las partes de su Equador, que á las demas, se ha vuelto una *Esferóide* achatada hácia los polos; de suerte que el rayo del Equador de la Tierra es de 3,281,013 toesas, y la mitad de su exe solo es de 3,262,688½ toesas: la diferencia 18,324 ½ toesas da el aplanamiento de la Tierra hácia los polos. (*Véase* Tierra.)

La misma causa hizo que Júpiter tomase la figura de una *Esferóide* achatada hácia los polos, y realzada hácia el Equador; y siendo su rotacion sobre su exe mas pronta que la de la Tierra, tambien es mayor su aplanamiento; porque las observaciones mas modernas dan la relacion de 13 á 14 entre el diámetro de Júpiter de un polo á otro, y el diámetro de su Equador. (*Véase* Jupiter.) Es verosímil que lo mismo suceda con los demas planetas que giran sobre su exe.

ES-

[ESFUERZO. Término que se emplea con freqüencia para expresar la fuerza con que un cuerpo que está en movimiento tiende á producir un efecto, ora le produzca realmente, ora se lo impida algun obstáculo.

En este sentido se dice, que un cuerpo, que se mueve segun una curva, se *esfuerza* á cada instante para escaparse por la tangente; que una cuña que se introduce dentro de un madero se *esfuerza* para henderlo &c. Segun algunos Autores el *Esfuerzo* parece ser, con respecto al movimiento, lo que es el punto respecto de la linea: á lo menos se parecen en que como el punto es el principio de la línea, ó el término por donde comienza, tambien el *Esfuerzo*, es, en su opinion, el principio de todo movimiento; pero esta última idea solo puede aplicarse, á lo mas, á los *Esfuerzos* que tienden á producir una velocidad infinitamente pequeña en un instante, como el *Esfuerzo* de la pesadez, el de la fuerza centrífuga &c. Siempre que por la palabra *Esfuerzo* se entienda qualquiera tendencia ó movimiento, lo qual es mas exâcto y natural, en este caso la medida del *Esfuerzo* será la cantidad de movimiento que produce ó produciria, si algun obstáculo no le impidiera; ó, lo que viene á ser lo mismo, el producto de la masa por la velocidad actual del cuerpo ó por su velocidad virtual, es decir, por la velocidad que tendria sin la resistencia del obstáculo. (*Véase* Fuerza, Accion, Percusion, Pesadez &c.)]

*ESMALTE. En general es una materia vitrificada, entre cuyas partes está distribuida otra materia que no se ha vitrificado.

Síguese de aquí, que el *Esmalte* ha de tener todas las propiedades del vidrio, á excepcion de la transparencia: luego los *Esmaltes* son vidrios opacos, proviniendo su opacidad de la substancia no vitrificada que se les ha mezclado.

Hay *Esmaltes* de toda clase de colores, que tambien se deben á dicha materia no vitrificada; y provienen de

ciertas materias térreas, y cales metálicas que producen estos efectos en casi todos los *Esmaltes*.

Los *Esmaltes* han de ser muy fusibles, y se emplean para colorir ó pintar diferentes obras que se hacen á un gran fuego. El *Esmalte* blanco sirve para dar un baño á la loza de tierra, y una apariencia de porcelana; y con los demas *Esmaltes* coloridos se pinta la loza, porcelana, y aun el *Esmalte* blanco.

Hállanse recetas para hacer *Esmaltes* en varias Obras, y principalmente en el *Tratado del modo de hacer el vidrio* por *Neri*, con las Notas de *Meret*, y de *Kunckel*, del que hemos extractado las siguientes. Segun *Neri* se prepara la materia blanca vidriosa, que es la base de todos los *Esmaltes*, fundiendo juntamente cien partes de una mezcla de guijarros calcinados, una parte de sal de tártaro puro, y cien partes de cal, de plomo y de estaño: prepárase esta cal calcinando partes iguales de plomo y de estaño, y reduciendo la substancia calcinada de este modo á un polvo muy fino; se muele, y se la pasa por el tamiz; se la hierve en agua; decántase el agua en la que estan suspendidas las partes mas finas; evapórase el agua, y se pone á secar el polvo; repárase la pulverizacion y las demas operaciones, con la parte mas gruesa, hasta que llegue á ser tan fina como la otra: pónese á derretir ligeramente toda esta composicion; redúcese á polvo, y de él se hacen todos los *Esmaltes* de diferentes colores, añadiéndole substancias colorantes. Y así, añadiendo á seis libras de esta composicion quarenta y ocho granos de manganesa, se puede hacer un hermoso *Esmalte* blanco; un *Esmalte* de un azul celeste, añadiendo á la misma cantidad tres onzas de safre, y sesenta granos de cobre calcinado; un *Esmalte* de azul turquí, añadiendo tres onzas de cobre calcinado, noventa y seis granos de safre, y quarenta y ocho de manganesa; un *Esmalte* verde con tres onzas de cobre calcinado, y sesenta granos de paja de hierro; un *Esmalte* negro brillante con tres onzas de safre, y otras tantas de manganesa, ó

ó seis onzas de tártaro roxo, y tres onzas de manganesa; un *Esmalte* púrpura con tres onzas de manganesa; un *Esmalte* amarillo, con tres onzas de tártaro, y setenta y dos granos de manganesa; un *Esmalte* verde mar, ó color de berilo, con tres onzas de azófar calcinado, y sesenta granos de safre; un *Esmalte* violeta con dos onzas de manganesa, y quarenta y ocho granos de cobre calcinado. Estas son las dósis que da *Neri*, aprobadas por *Kunckel*, y que diariamente se emplean con feliz éxîto. Es preciso atender á la fuerza y duracion del calor, porque los colores de los *Esmaltes* y de los vidrios transparentes que imitan á las piedras preciosas, principalmente los que contienen manganesa, dependen mucho de estas circunstancias. En general el blanco mate y todos los colores de los *Esmaltes* solo subsisten en quanto no se han vitrificado absolutamente, ó muy poco, las cales metálicas; y como todas pueden pasar á la vitrificacion por efecto de un calor bastante fuerte, conviene economizarles siempre este calor quanto se pueda, sin lo que se mudan los colores, se debilitan y aun desaparecen del todo. El roxo de los azafranes de Marte que se emplea mucho en las lozas y porcelanas, está en gran manera expuesto á desaparecer de este modo; así es que se hallan muchas de estas pinturas que casi no estan vitrificadas. Los *Esmaltes* blancos pueden componerse con otras substancias que las cales de estaño, á las que propone *Meret* se substituya el régulo de antimonio calcinado, á cuyo uso podrian quizá servir los huesos calcinados y algunas otras tierras blancas: *Arcet* halló que el gypso mezclado con arcilla blanca, ó arcilla y espato duro, da muy buenos *Esmaltes*. Macquer, *Diccionario de Química*. *

ESMERALDA. Piedra preciosa, transparente, y de color verde. La *Esmeralda* solo cede en dureza al diamante, rubí, zafiro, topacio y granate; de suerte que en este punto es la sexta piedra, comenzando por el diamante; una lima bien templada muerde algun tanto en ella; pero resiste á la violencia del fuego sin derretirse, con-

servando su color, bien que se vuelve azul quando se la calienta demasiado, cuyo color conserva mientras está penetrada de fuego, si bien toma otra vez el verde que le es natural, y entonces brilla en la obscuridad.

Las *Esmeraldas* tienen la figura cilíndrica, prismática, cúbica, ó quadrangular; sus lados son desiguales, y sus ángulos obtusos. El color no siempre es el mismo; las de un verde claro se aprecian mas, y se llaman *Esmeraldas Orientales*, en las que el fondo de su color parece tira á amarillo: las *Occidentales* son de un verde subido, y el color verde que forma su base tira á azul.

Las *Esmeraldas* se forman en el quarzo, y en las mismas piedras que los cristales; tienen un precio desigual, pues á igualdad de peso, una se venderá diez veces mas cara que otra, procediendo esta diferencia de su color y pureza; su valor no aumenta por lo regular á proporcion de su magnitud, porque rara vez sucede que las *Esmeraldas* grandes sean puras y sin defecto; pero si se hallasen con todas estas circunstancias, en este caso su precio aumentaria á proporcion de su magnitud y peso. Una *Esmeralda* que pesa un quilate vale 120 rs. vn. con tal que esté labrada por uno y otro lado; la de dos quilates valdria quatro veces 120 rs. vn., ó 480 rs., y así de las demas segun la proporcion que indicamos en el Artículo *Diamante*. (*Véase* DIAMANTE.) Pero si el peso de la *Esmeralda* pasase de tres ó quatro quilates, siendo la piedra perfecta, entonces se estimaria tanto como un rubí de igual peso (*Véase* RUBI.); mas si la *Esmeralda* tuviese la tabla redonda, y no estuviese labrada por debaxo, aunque fuese de perfecto color, solo se apreciaria á razon de 48 rs. vn. el quilate.

Las *Esmeraldas Occidentales*, ó del *Brasil*, regularmente son grandes, de hermosa extension, y de la misma dureza que el cristal de roca; pero son de un verde tan negruzco, que muchas veces es preciso poner debaxo una hoja para que salga el color; con lo que son po-

poco vistosas, y apenas se buscan.

El peso específico de la *Esmeralda Oriental* es al del agua destilada como 27755 es á 10000. La que me sirvió para conocer su peso específico pertenecia á *Renauld*, Lapidario en la calle *Dauphine* de Paris; y es un quadrado de $4\frac{1}{2}$ líneas de lados sobre $2\frac{3}{4}$ líneas de espesor, abrillantado en ambos lados, de peso de 17 granos.

Segun su peso específico, una *Esmeralda* de esta especie de una pulgada cúbica, si se hallase, pesaría una onza, 6 dracmas, y 28 granos; y un pie cúbico de esta materia pesaria 194 libras y 4 onzas, 4 dracmas y $34\frac{1}{2}$ granos.

* EXAMEN QUIMICO DE LA ESMERALDA DEL PERU, POR KLAPROTH.

La *Esmeralda* es una de las piedras preciosas mas conocidas y apreciadas de los Antiguos por su color suave de un verde agradable á la vista. Plinio cuenta hasta doce especies, entre las que pone en la primera clase las de Escítia, Bactriana y Egipto; pero no se puede dudar de que baxo del nombre de *Esmeralda* comprehendió piedras verdes, de naturaleza esencialmente diferente, como todavía sucede en nuestros dias. Ahora parece que los Mineralogistas dirigen casi toda su atencion á las *Esmeraldas* que se hallan con mas freqüencia en la parte del Sur de América, y principalmente en el Perú.

(*a*) Para hacer este analisis me valí de una *Esmeralda* en bruto del Perú, cristalizada y de un hermoso verde prado que me dió el Príncipe Gallitzin, cuyo zelo por el adelantamiento de la Historia Natural es bien notorio. Despues de haberla quebrantado en un mortero de acero, reduxe cien granos á polvo fino en otro mortero de pedernal (silex) con agua, y habiendo secado el polvo á un fuego suave, aumentó $1\frac{3}{4}$ grano en peso.

(*b*) Rocié este polvo con ácido muriático, y le expuse á una fuerte digestion; con lo que el ácido tomó el color amarillo; saturé con amoniaco el licor filtrado; des-

despues se separáron copos morenos ligeros, que, reunidos con cuidado, y caldeados al fuego, pesáron medio grano: era óxîdo de hierro. Habiendo reunido el licor por evaporacion, ensayé descomponerlo por el carbonate de amoniaco; mas no se enturbió; lo qual me convenció de que no tenia cal.

(*c*) Digerido el polvo en el ácido muriático, lo puse en un crisol de plata con 14 dracmas de lexía cáustica, que tenia la mitad de su peso de potasa, llevada hasta la sequedad, y mantenida la incandescencia durante media hora: la masa no entró en fusion, y estaba hinchada, era desmenuzable y de color blanco.

(*d*) Desleida en el agua y bien saturada de ácido muriático, salió la disolucion completa y limpia; y el carbonate de potasa precipitó su tierra, quando todavía estaba caliente. El precipitado granujado, seco, reducido á polvo fino y digerido en el ácido muriático pareció que se volvia á disolver la mayor parte; pero habiéndose expuesto la mezcla al calor de la digestion, formó una jalea sólida y transparente: despues que se vertió en ella mucha agua, y se la mantuvo en digestion, se depuso sílice; que reunido, dulcificado y seco hasta enroxecerse, se vió pesaba 67 granos. Hecho esto, se mezcló con quatro partes de carbonate de potasa, y se derritió en un crisol de plata; y la masa disuelta segunda vez en el agua, dió un licor algo turbio; volvióse á digerir con exceso de ácido muriático; y entonces, reunido el precipitado, que era puro sílice, pesó, despues de seco hasta estar enroxecido, 63½ granos.

(*e*) La disolucion por el ácido muriático separada de este modo, se saturó de amoniaco, que inmediatamente ocasionó un precipitado gelatinoso; y habiéndose filtrado el licor, se le añadió carbonate de amoniaco, mas no hubo precipitado alguno.

Separada por el filtro la materia gelatinosa, se puso en el ácido sulfúrico debilitado, en donde se disolvió inme-

dia-

diatamente ; y la adicion de una corta cantidad de acetito de potasa hizo cristalizar completamente esta disolucion en alumbre ; en cuya operacion todavia se separó sílice que, seco hasta enroxecerse, pesaba $4\frac{1}{4}$ granos.

(*f*) Volvióse á disolver el alumbre, y á precipitarse la tierra por el carbonate de potasa ; y despues de seca, y de puesta en digestion al fuego en el ácido acetoso, se le añadió amoniaco hasta la saturacion del ácido, y se puso esta mezcla en el filtro. El licor no experimentó mutacion alguna, ni del carbonate de amoniaco, ni del de sosa : la tierra de alumbre purificada y seca hasta el enroxecimiento pesaba $31\frac{1}{4}$ granos.

Luego las partes constitutivas de 100 granos de esta *Esmeralda* del Perú, son:

Sílice (*d*)	$63\frac{1}{2}$	
(*e*)	$4\frac{1}{4}$	
	$67\frac{3}{4}$	
Luego se deben rebaxar..................	$1\frac{1}{2}$	
	$66\frac{1}{4}$	66.25.
Alúmina (*f*)...		31.25.
Oxîdo de hierro (*b*)................................		0.50.
		98.00.

Observaciones sobre este analisis. No será inútil acordar aquí el análisis de la misma piedra que hizo *Bergman*, que indica como sigue las partes constitutivas de la *Esmeralda* verde *gay*, oriental : *alúmina* 0.60, *sílice* 0.24, *cal* 0.08, *hierro* 0.06, con lo que se ve que la diferencia no sólo se halla en las proporciones de alúmina, de sílice y de hierro, sino que se advierte la ausencia total de la cal, de lo que se puede dudar tanto menos, quanto *Klaproth* parece se aplicó á agotar los métodos que podrian descubrir sus menores señales, como si hubiese procurado hallar los pro-

productos indicados por *Bergman*, que seguramente conocia, aunque no los menciona: luego puede creerse que el Químico Sueco se engañó en el verdadero nombre de la tierra que exâminó, y que solo tenia el color de la *Esmeralda*, sin embargo de que conoció bien su cristalizacion que señala en *prismas hexâgonos truncados en ángulo recto*; bien que advierte que solo empleó para sus experimentos *piedras labradas*; sin cuya circunstancia no podria atinarse con lo que le hubiese podido engañar acerca de la naturaleza de una tierra extraida en tan considerable cantidad, y cuyos caracteres son tan distintos. La misma piedra á que llamaba *Esmeralda* ya le habia suministrado cal, por medio de una fuerte digestion en los ácidos sulfúrico, nítrico y muriático. *Disert. XV*, §. *4 y 6*.

No disgustará á los Mineralogistas el saber, con motivo de este análisis, que hace algunos años se descubrió en Francia una piedra cristalizada como la *Esmeralda* del Perú, que manifestaba igual dureza en la muela del Lapidario, y que solo se diferencia de ella en que es opaca, y de un blanco que tira á gris amarillento. Hallóse en *Monceau* cerca de *S. Romain-Sous-Gourdon*, Departamento de *Saone y Loire*, en un quarzo gris, en donde se advierten tambien pequeños prismas de color de topacio, que parecen comprimidos, y que estan encaxonados con tal fuerza, que no se les puede sacar sin quebrarlos. El Ciud. *Guyton*, que tiene en su coleccion algunas de estas *Esmeraldas*, se propone determinar sus partes constitutivas por el análisis, á fin de comparar los caracteres exteriores mas esenciales con la *Esmeralda* del Perú. (*Annales de Química por* Guyton, Monge, Berthollet &c. *Tomo XXIII.*) *

ESPACIO. En general puede darse á esta voz la misma significacion que á la de *Extension*. (*Véase* EXTENSION.): el *Espacio* que ocupa un cuerpo es su *Extension*.

En la Física tambien se llama *Espacio* el camino que hacen los cuerpos que se mueven. Quando dos cuerpos

cor-

corren líneas de igual longitud, se dice que corren *Espacios* iguales &c.

ESPATICO. (*Ayre ácido*) (*Véase* Gas acido-espatico.)

Espatico. (*Gas ácido-*) (*Véase* Gas acido-espatico.)

* ESPATO. Los Naturalistas y los Químicos han dado este nombre á unas especies de piedras cristalizadas, mas ó menos transparentes, la mayor parte de las quales no dan lumbre heridas con el acero, y que se hallan con abundancia en lo interior de la tierra; pero particularmente en las minas metálicas, en su ganga y en sus filones.

Baxo de este nombre general se comprehenden muchas piedras, porque tienen las propiedades generales de que acabamos de hablar, y por otra parte se parecen bastante por la forma de su cristalizacion, en la que siempre se advierten láminas brillantes como espejitos; pero entre estas piedras hay sin embargo algunas de naturaleza muy diferente unas de otras.

Hállanse algunas que enteramente son disolubles en los ácidos con efervescencia, formando *selenite* con el ácido vitriólico, sales deliqüescentes, con los ácidos nitroso y marino, y que se convierten en cal viva por la calcinacion: con mucha razon, pues, se han llamado estas piedras *Espatos calcáreos*.

Otras, aunque al parecer enteramente semejantes á estas, no hacen efervescencia con los ácidos, se calcinan como los gypsos y selenites, y en efecto son verdaderos selenites compuestos de ácido vitriólico y de tártaro calcáreo: luego estos *Espatos* son esencialmente diferentes de los primeros; y por lo mismo se les llama *Espatos gypsosos* ó *selenitosos*.

Tambien hay otros que ni son calcáreos ni selenitosos, que no pierden su transparencia al fuego, y que parece son de la naturaleza del talco.

Finalmente, hay una especie de piedra cristalizada en

espejos como un verdadero *Espato*, pero casi opaca, en que no obran los ácidos; mucho mas dura que todos los demas *Espatos*, y que despide alguna lumbre con el acero: esta piedra se derrite sin adicion á la accion de un gran fuego, en una materia de un blanco semitransparente, siendo verosimilmente á la que *Walterio*, *Pott*, y otros Autores Alemanes llaman *Espato fusible*. Tambien hacen mencion de otro *Espato* compacto, que se quiebra como vidrio, y que se derrite sin adicion: no es fácil por las descripciones que dan la mayor parte de dichos Autores conocer con puntualidad lo que entienden por *Espato fusible*, *Espato quarzoso*, pues todas estas materias todavia no se han exâminado bastante, y por lo mismo no son bien conocidas. *Véase* á Macquer, *Dicc. de Química.* *

ESPECIFICA. (*Pesadez*) (*Véase* PESADEZ ESPECIFICA.)

ESPECTRO COLORIDO. Nombre que se da á la imágen oblonga y colorida del Sol, cuyos rayos pasan por el ángulo de un prisma en una cámara obscura. (*Véase* COLORES.)

ESPEJO. Llámase *Espejo* un cuerpo cuya superficie es bastante lisa para reflectar con regularidad la mayor parte de los rayos de luz que recibe, y representar las imágenes de los objetos que se le ponen delante. En un sentido menos lato llámase *Espejo* en la Catóptrica un cuerpo liso que no da paso á los rayos de luz, y que, por consiguiente, los reflecta: de este número son los *Espejos* de metal; bien que ordinariamente se llama *Espejo* una luna de cristal muy lisa, azogada en una de sus superficies, y que tiene la propiedad de representar las imágenes de los objetos que se le oponen.

[La Ciencia de los *Espejos* se funda en los principios generales siguientes: 1º la luz se reflecta sobre un *Espejo*, de modo que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexîon. (*Véase* REFLEXION DE LA LUZ.)

De donde se sigue, que un rayo de luz como *H B* (*Lám.*

(*Lám. LXXXVI*, *fig.* 9) cayendo perpendicularmente sobre la superficie de un *Espejo* *D E*, retrocederá en la misma línea por la que ha venido, y el rayo obliquo *A B* se reflectará por una línea *B C* tal, que el ángulo *C B G* sea igual á *A B F*; lo que en efecto verifica la experiencia.

Porque si se coloca el ojo en *C* á la misma distancia del *Espejo* que el objeto *A*, y se cubre con un cuerpo opaco, como un pedacito de paño, el punto *B*, que es el medio de *F G*, ya no se verá entonces el objeto *A* en el *Espejo*: lo qual prueba, que el rayo por el que se le ve, es *A B C*, puesto que solo este rayo es interceptado y detenido por la interposicion del cuerpo opaco en *B*: es así que los lados *F B* y *B G* son iguales, como los lados *A F*, *C G*; luego el ángulo *A B F* es igual al ángulo *C B G*; y por consiguiente, el rayo *A B C* que viene del objeto *A* al ojo en *C*, se reflecta en *B*, de modo que los ángulos de incidencia y de reflexîon son iguales.

Y así, no es posible que cayendo muchos rayos diferentes sobre un mismo punto del *Espejo*, se reflecten hácia un mismo punto fuera de su superficie; porque en este caso muchos ángulos de rèflexîon serian iguales al mismo ángulo de incidencia *A B D*; y por consiguiente lo serian unos á otros; lo que es un absurdo. 2.º Sobre un mismo punto del *Espejo* caen rayos, que parten de cada punto del objeto radioso, y que se reflectan; luego, supuesto que los rayos que parten de diferentes puntos de un mismo objeto, y que caen sobre un mismo punto del *Espejo*, no pueden reflectarse atras hácia un mismo punto; se sigue, que los rayos enviados por diferentes puntos del objeto, se separarán de nuevo despues de la reflexîon, de modo que la situacion de cada uno de estos puntos á que lleguen podrá indicar los de que han salido.

Por esta razon los rayos reflectados por los *Espejos* representan los objetos á la vista: y por la misma los cuerpos, cuya superficie es escabrosa y desigual, deben reflectar

la luz, de modo que los rayos que parten de diferentes puntos, se mezclan confusamente unos con otros.]

Los *Espejos* pueden dividirse en *planos*, *convexôs*, *cóncavos* y *mixtos*; entre los *planos* pueden colocarse los *prismáticos* y *piramidales*; porque solo se componen de superficies planas inclinadas unas á otras: entre los *Espejos* cóncavos se pueden colocar los *elípticos* y los *parabólicos*, cuyas superficies se componen de líneas curvas, como son las de los cóncavos: los *Espejos* mixtos son los *cilíndricos* y los *cónicos*, cuyas superficies se componen de líneas rectas en un sentido, y curvas en otro. Digamos algo de cada uno de estos *Espejos*, y del modo con que representan las imágenes de los objetos colocados delante de ellos.

Espejo plano. *Espejo* cuya superficie reflectente es plana. (*Véase* Plano.) Los Espejos de los Antiguos se hacian de cobre, aleado con estaño, arsénico, bismuto, antimonio &c.; pero los que usamos nosotros son de vidrio cristalino azogado. Los primeros son muy incómodos por el peso, de considerable precio, se empañan pronto con la mas leve humedad, y son muy dificiles de hacer en grande. Los de vidrio cristalino azogado, al contrario, son mas ligeros, mucho menos costosos, de mejor pulido y mas duradero, y se trabajan con facilidad en grande; pero tienen un defecto que no permite emplearlos en los instrumentos de Catóptrica en que se requiere gran precision: el defecto se reduce á dar, casi siempre, dos imágenes de un mismo objeto, la una débil por la superficie anterior, y la otra mucho mas fuerte por la hoja ó baño que cubre á la superficie posterior. Supongamos la llama *F* de una vela (*Lám. XXXVII, fig.* 12) colocada delante de un *Espejo a c b d*; que de un punto de esta llama parten dos rayos *F h*, *F g*, que caen sobre el *Espejo*, el uno en *g*, sobre la superficie anterior *a b*, y el otro penetrando hasta *h* en la superficie posterior *c d*: este último será reflectado hácia *f*, y formará una imágen fuerte; y el otro será reflectado hácia *e*, en donde formará una imágen débil, tanto mas distante de la primera,

quan-

quanto el espesor *a c* del vidrio cristalino sea mas considerable. Lo que decimos de un solo punto puede entenderse de todos los puntos del objeto: anticipándose una á otra las dos imágenes, harian en un instrumento de *Catóptrica*, la vision muy poco distinta; por cuya razon no se emplean en ella *Espejos* de esta clase de cristal.

En un *Espejo* plano *a b* (*Lám. XXXVIII*, *fig. 1*) la imágen de un objeto, por exemplo, *c* parece (á un ojo colocado en *e*), detras del *Espejo a b*, en la direccion *e g*, y siempre en la interseccion *g* del catéto de incidencia *c g* con el rayo reflexo *e g*; y por consiguiente á una distancia *g* igual á la en que el objeto *c* está colocado por delante: luego siempre se ve la imágen en el mismo lugar, sea qual fuere el rayo reflexo que la haga percibir. Porque como los *Espejos* planos no mudan en nada la disposicion de los rayos que caen sobre ellos (*Véase* Catoptrica), partiendo los rayos divergentes del punto *c*, son reflectados hácia el ojo *e*, por el *Espejo a b*, con el mismo grado de divergencia, y por consiguiente, tienen su punto de reunion ficticio *g*, á una distancia *a g* detras del *Espejo* igual á la distancia *a c* en la que está colocado el objeto *c* por delante. Muchas veces se cree ver la imágen mas lejos detras del *Espejo*, porque está menos iluminada; lo que proviene de que el *Espejo* no reflecta con regularidad todos los rayos á causa de las imperfecciones inevitables de su superficie.

Por la misma razon citada arriba, los *Espejos* planos no alteran en cosa alguna las figuras de las imágenes, como tampoco sus magnitudes aparentes, porque las rayos convergentes *K m* (*fig. 2*), *L n*, partiendo de las extremidades del objeto *K L*, y cayendo sobre el *Espejo a b*, son reflectados hácia el ojo *e* con el mismo grado de convergencia; y, por consiguiente, hacen ver la imágen *k l* baxo de un ángulo igual á aquel baxo del qual se hubiera visto el mismo objeto desde el punto *i*, sin la interposicion del *Espejo a b*.

De

De que cada punto de la imágen se vea detras del *Espejo* á una distancia igual á la de este punto del objeto por delante, se sigue, que si el objeto *K L* está inclinado al *Espejo*, su imágen *k l* se verá inclinada en sentido contrario: y he aquí por qué para que las lunas, en un quarto, produzcan buenos efectos, es preciso cuidar de colocarlas en ángulos rectos con los suelos ó pavimentos, y muy paralelas á las paredes, que supongo verticales.

Es preciso observar, que quando el *Espejo* se inclina delante del objeto, la imágen anda una vez mas, que quando el objeto se inclina delante del *Espejo*; por cuya razon, con los telescopios de reflexîon, fácilmente se pierden, meneándolos, las imágenes de los objetos, y con dificultad se las vuelve á hallar, á no haber adquirido la costumbre de usar de estos instrumentos.

[Leyes y efectos de los Espejos planos. 1º En un *Espejo plano*, cada punto *A* del objeto (*Lám. LXXXVI, fig. 10*) se ve en la interseccion *B* del catéto de incidencia *A B* con el rayo reflexo *C B*.

Porque 1º todos los rayos reflexos encuentran el catéto de incidencia en *B*, esto es, en un punto *B* tan distante de la superficie del *Espejo* por debaxo, como *A* lo es por arriba; pues el ángulo *A D G*, que es el de incidencia, es igual al ángulo de reflexîon *C D H*, y este es igual al ángulo *GDB*; de donde se sigue, que los ángulos *A D G*, *G D B* son iguales, y que de este modo *A G* es igual á *G B*: lüego siempre se verá el objeto en el mismo lugar, sea qual fuere el rayo reflexo que le haga percibir: y por consiguiente muchas personas que ven el mismo objeto en un mismo *Espejo*, le verán todas en el mismo lugar detras del *Espejo*; de donde proviene que cada objeto solo tiene una imágen para ambos ojos, y por esta razon no aparece doble.

Tambien se sigue de allí, que la distancia de la imágen *B* al ojo *C*, se compone del rayo de incidencia *A D*, y del reflexo *C D*; y que el objeto *A* envia rayos por reflexîon

xîon del mismo modo que lo haria directamente si estuviera situado detras del *Espejo* en el lugar de la imágen.

2º La imágen de un punto *B* parece precisamente tan lejos del *Espejo* por detras, quanto dista de él el punto por delante. Y así, estando el *Espejo* C (*fig.* 11) colocado horizontalmente, el punto *A*, parecerá tan baxo del horizonte, quanto en realidad esté elevado sobre él; luego los objetos derechos parecerán allí inversos. Un hombre, por exemplo, que esté en pie parecerá cabeza abaxo: ó, si el *Espejo* está pegado á un cielo raso paralelo al horizonte, los objetos que estén sobre el vidrio parecerán tan encima del cielo raso, quanto esten en realidad debaxo, y de arriba abaxo.

3º En los *Espejos planos*, las imágenes son del todo semejantes é iguales á los objetos.

4º Las partes de los objetos que estan colocadas á la derecha, parecen á la izquierda, y recíprocamente.

En efecto, quando se mira en un *Espejo*, por exemplo, las partes que se hallan á derecha é izquierda nos parecen en líneas tiradas desde estas partes perpendicularmente al *Espejo*; luego es lo mismo que si mirásemos á una persona que estuviese directamente vuelta hácia nosotros: es así, que en este caso la izquierda de esta persona corresponderia á nuestra derecha, y su derecha á nuestra izquierda; luego juzgamos, que las partes de un objeto colocadas á la derecha, se hallan á la izquierda en el *Espejo*, y recíprocamente. Por esta razon nos creemos zurdos quanno nos vemos escribiendo, ó haciendo otra cosa, en un *Espejo*.

La igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexîon en los *Espejos planos*, suministra un método para medir alturas inaccesibles, por medio de un *Espejo plano*. Colóquese, para esto, el *Espejo* horizontalmente, como en C (*fig.* 11), y apártese el que opera hasta que pueda advertir en él, por exemplo, la cima de un árbol, cuyo pie corresponde muy verticalmente al vértice; mídase la

ele-

elevacion *D E* del ojo del que hace la prueba sobre el horizonte ó Espejo, como tambien la distancia *E C* de la estacion en el punto de reflexîon, y la distancia desde el pie del árbol á este mismo punto; en fin, búsquese una quarta proporcional *A B* á las líneas *E C*, *C B*, *E D*; y esta será la altura que se deseaba. En efecto, la igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexîon *A B C*, *D C E*, hace semejantes los triángulos *A B C*, *D C E*, que son rectángulos en *B* y en *E*; de donde se sigue, que estos triángulos tienen todos sus lados proporcionales, y que así, *C E* es á *D E* como *C B* á *A B*.

5º Si un *Espejo plano* está inclinado 45 grados al horizonte, los objetos verticales parecerán en él horizontales, y recíprocamente; de donde se sigue, que un globo, que baxase sobre un plano inclinado, podria parecer en un *Espejo*, que subia en línea vertical, fenómeno bastante asombroso para los que no estan iniciados en la *Catóptrica*.

Porque para esto basta disponer un *Espejo* á un ángulo de 45 grados con el horizonte, y hacer baxar un cuerpo sobre un plano algo inclinado; y este plano parecerá en el *Espejo* casi vertical: ó, si se quiere, que el plano parezca exâctamente vertical, es preciso que el *Espejo* forme con el horizonte un ángulo algo mayor de 45 grados. Por exemplo, si el plano sobre el que baxa el cuerpo, forma con el horizonte un ángulo de 30 grados, será preciso que el *Espejo* esté inclinado 45 grados mas la mitad de 30 grados; si el plano forma un ángulo de 5 grados, será indispensable que el *Espejo* forme un ángulo de 45 grados mas la mitad de 5 grados, y así de lo demas.

6º Si el objeto *A B* (*fig.* 12) está situado paralelamente al *Espejo* *C D*, y á la misma distancia que el ojo, la línea de reflexîon *C D*, esto es, la parte del *Espejo* sobre que caen los rayos del objeto *A B* que se reflectan hácia el ojo, será la mitad de la longitud del objeto *A B*.

Y así, para poder distinguir un objeto entero en un *Espejo plano*, se hace indispensable, que la longitud y lati-

titud del *Espejo*, sean mitad de la longitud y de la latitud del objeto: de donde se sigue, que dadas la longitud y latitud de un objeto que debe verse en un *Espejo*, se tendrá tambien la longitud y latitud que ha de tener el *Espejo*, para que el objeto, colocado á la misma distancia de este *Espejo* que el ojo, pueda verse entero en él.

Tambien se sigue de aquí, que supuesto que la longitud y la latitud de la parte reflectente del *Espejo* son subduplas de la longitud y latitud del objeto, la parte reflectente de la superficie del *Espejo* es á la superficie del objeto en razon de 1 á 4: y por consiguiente si, en una cierta posicion, vemos en un *Espejo* un objeto entero, le verémos del mismo modo en qualquiera otro lugar, ya nos acerquemos á él, ya nos apartemos, con tal que el objeto se aproxîme, ó se aleje al mismo tiempo, y quede siempre á la misma distancia del *Espejo* que el ojo.

Mas si nos apartamos del *Espejo*, quedando siempre el objeto en el mismo lugar, entonces la parte de la superficie del *Espejo*, que debe reflectar la imágen del objeto, ha de ser mas que el quarto de la superficie del objeto; y por consiguiente, si el *Espejo* solo tiene de superficie el quarto de la del objeto, ya no se podrá ver el objeto entero. Al contrario, si nos acercamos al *Espejo*, quedando siempre el objeto en el mismo lugar, la parte reflectente del *Espejo* será menor que el quarto de la superficie del objeto: luego se verá, para decirlo así, mas que todo el objeto entero; y todavia se podria disminuir el *Espejo* hasta cierto punto, sin que esto impidiese ver el objeto en toda su extension.

7º Si muchos *Espejos* ó muchos pedazos de *Espejo* estan dispuestos de seguida en un mismo plano, solo nos harán ver el objeto una vez. Estos son los principales fenómenos de los objetos vistos por un solo *Espejo plano*; y en general, para explicarlos á todos con la mayor facilidad, basta este solo principio: que la imágen de un objeto, visto en un solo *Espejo plano*, está siempre en la perpendi-

cular tirada desde el objeto á este *Espejo*, y que esta imágen se halla tanto mas allá del *Espejo*, quanto el objeto mas acá. Con el auxílio de este principio, y de los primeros elementos de la Geometría, se hallará fácilmente la explicacion de todas las qüestiones que se pueden proponer sobre esta materia: pasemos ahora á los fenómenos que resultan de la combinacion de los *Espejos planos* entre sí.

8º Si dos *Espejos planos* se encuentran formando un ángulo plano qualquiera, el ojo colocado dentro de este ángulo plano, verá la imágen de un objeto colocado dentro del mismo ángulo, tantas veces repetida quantos sean los catétos que se puedan tirar propios para señalar los lugares de las imágenes, y terminados fuera del ángulo.

Para explicar esta proposicion, supongamos que *X Y* y *X Z* (*fig. 1 de la Lam. LXXXVII*) sean dos *Espejos planos*, dispuestos entre sí de modo, que formen el ángulo *Z X Y*, y que *A* sea el objeto, y *O* el ojo. Desde luego se dirigirá desde el objeto *A* la perpendicular ó catéto *A T* sobre el *Espejo X Z*, que se prolongará hasta que *A T* = *T C*: despues se dirigirá desde el punto *C* el catéto *C E*, de modo que *D E* sea igual á *C D*; hecho esto, diríjase desde el punto *E* el catéto *E G* sobre el primer *Espejo*, de modo que *E F* sea igual á *F G*; y despues el catéto *G I* sobre el segundo, de suerte que *G H* sea igual á *H I*: en fin, el catéto *I L* sobre el primero, y este catéto *I L* será el último; porque haciendo *K L* igual á *I K*, la extremidad *L* cae dentro del ángulo *Z X Y*; y como hay quatro catétos *A C*, *C E*, *E G*, *G I*, cuyas extremidades *C E*, *G I*, caen fuera del ángulo formado por los *Espejos*; el ojo *O* verá el objeto *A* quatro veces. Ademas, si desde el mismo objeto *A* se tira sobre el *Espejo X Y* un primer catéto que se prolongue hasta una distancia igual; si despues se tira desde la extremidad de este catéto, un nuevo catéto sobre el *Espejo X Z*, y así despues, hasta llegar á un catéto que termine dentro del ángulo de los *Espejos*, se hallará el número de imágenes

que

que puede ver el ojo *O*, suponiendo al primer catéto tirado sobre el *Espejo XY*, y de este modo se tendrá el número total de imágenes que representan los dos *Espejos*.

Para comprehender en dos palabras la razon de esto, se observará, 1.º que el objeto *A* se ve en *C* por el rayo reflexo *ATO*: 2.º que este mismo objeto *A* se ve en *E* por el rayo *AVRO*, que se reflecta dos veces: 3.º que se ve en *G* por un rayo que se reflecta tres veces, y que va al ojo en la direccion *GO*, siendo el último punto de reflexîon *M*, y así de los demas. Por otra parte, si la perpendicular *IL* es tal que la linea tirada desde el punto *L* al ojo *O* corte al *Espejo* ó plano *XZ* en algunos puntos entre *X* y *Z*, tambien se podrá ver la imágen *L*; de otro modo no se la verá; porque la imágen *L* debe verse por un rayo dirigido del punto *L* al ojo *O*; y este rayo debe ser reflectado, de modo que prolongado, pase por el punto *L*; de donde se sigue, que debe ser reflectado por el *Espejo XZ* al que es perpendicular *IL*; pues si el rayo dirigido de *O* á *L* no corta al *Espejo XZ* entre *X* y *Z*, es imposible que sea reflectado por él; y por consiguiente no se podrá ver la imágen *L*.

Por medio de este principio general se determinará muy fácilmente el número de las imágenes del objeto *A* que el ojo *O* debe ver.

Y así, como pueden tirarse tantos mas catétos terminados fuera del ángulo, quanto el ángulo es mas agudo; quanto mas agudo sea el ángulo, tantas mas imágenes se verán. De este modo se hallará que un ángulo de un tercio de círculo representaria al objeto dos veces; que el de un quarto de círculo le representaria tres veces; el de un quinto, cinco veces; el de un duodécimo, once veces. Ademas, si se colocan estos *Espejos* en una situacion vertical, y despues se estrecha el ángulo que forman, ya se aparten de él, ya se le acerquen, hasta que las imágenes se confundan en una sola, entonces parecerán mas disformes y monstruosas.

Tambien se puede, sin tirar los catétos, determinar fácilmente por el cálculo, quantos debe haber terminados fuera del ángulo, y de este modo se hallará el número de las imágenes mas fácil y simplemente de lo que se haria por una construccion geométrica.

Arriba hemos dicho, que la imágen *L* debia aparecer ó no, segun cortase el rayo tirado de *L* á *O* al *Espejo XZ* debaxo de *X* ó no; de donde se sigue, que segun la situacion del ojo se verá una imágen de mas ó de menos.

Por exemplo, si dos *Espejos planos* estan dispuestos de modo que formen entre si un ángulo recto, cada uno de estos *Espejos* desde luego hará ver una imágen del objeto; ademas se verá una tercera imágen, si no se está en la línea que junta el objeto con el ángulo de los *Espejos*; pero quedando dentro de esta línea, no se verá esta tercera imágen.

Los *Espejos* de vidrio multiplicados de este modo reflectan dos ó tres veces la imágen de un objeto luminoso, de donde se sigue, que si se pone una vela encendida &c. en el ángulo de los dos *Espejos*, aparecerá multiplicada.

En estos principios se fundan diferentes máquinas catóptricas, algunas de las quales representan los objetos muy multiplicados, dislocados y diformes; otras los aumentan infinitamente, y los presentan colocados á grandes distancias. (*Véase* CAXA CATOPTRICA.)

Si dos *Espejos BC*, *DE*, (*fig.* 12 *núm.* 2, *Lámina LXXXVI*), estan dispuestos paralelamente el uno al otro, se verá una infinidad de veces la imágen del objeto *A* colocado entre estos dos *Espejos*; porque hágase *AD* igual á *DF*; desde luego es evidente que el ojo *O* verá la imágen del objeto *A* en *F* por una sola reflexîon, á saber, por el rayo *OMA*. Sea despues *FB* igual á *BL*, y *LD* igual á *DH*; el ojo *O* verá el objeto *A* en *H* por tres reflexîones, y por el rayo *OSRQA*, y así de los demas: del mismo modo, si se tira la perpendicular *AB*, y se hace *BI* igual á *AB*, *DG* igual á *ID*, el ojo *O* verá el objeto *A* en *I* por una sola reflexîon, y en

G, por el rayo *OPNA* que ha padecido dos reflexîones. Tambien se hallarán los lugares de las imágenes del objeto vistas por quatro reflexîones, por cinco, por seis, siete &c., y así al infinito; de donde se sigue, que el ojo *O* verá una infinidad de imágenes del objeto *A* por medio de los *Espejos planos* paralelos *BC*, *DE*; en lo demas conviene observar que en este caso, y en el de los *Espéjos* juntos baxo de un ángulo qualquiera, las imágenes serán mas débiles á medida que se vean por un mayor número de reflexîones, porque la reflexîon debilita la vivacidad de los rayos luminosos.

Quizá no será inútil explicar aquí una observacion curiosa sobre los *Espejos planos*: quando se coloca un objeto bastante pequeño, como un alfiler, perpendicularmente á la superficie de un *Espejo*, y se mira la imágen de este objeto poniendo el ojo bastante inmediato al *Espejo*, se ven dos imágenes en lugar de una, la una mas débil, y la otra mas viva. La primera parece inmediatamente contigua al objeto; de suerte que la punta de la imágen, si el objeto es un alfiler, parece que toca á la punta del verdadero alfiler; pero la punta de la segunda imágen parece algo distante de la punta del objeto, y tanto mas quanto es mas grueso el vidrio. Ademas de esto se ven muchísimas veces otras imágenes que todas van debilitándose, y que son mas ó menos, segun la posicion del vidrio y del ojo, y segun es mas ó menos luminoso el objeto. Para explicar estos fenómenos observarémos, 1º que de todos los rayos que envia el objeto sobre la superficie del *Espejo*, solo una parte es repelida ó reflectada por esta superficie, y aun esta parte es muy poco considerable; porque la imágen que parece la mas inmediata al objeto, y cuya extremidad está contigua á la del objeto, es la formada por los rayos que reflecta la superficie del *Espejo*; y esta imágen, como ya hemos dicho, es muchas veces bastante débil: 2º la mayor parte de los rayos que vienen del objeto, penetran el vidrio, y encuentran su segunda

su-

superficie, cuya parte posterior está azogada, y por consiguiente impide que salgan; luego estos rayos se reflectan dentro del vidrio, y volviendo á pasar por la primera superficie, llegan al ojo del espectador; estos rayos son en mucho mayor número que los primeros que inmediatamente son reflectados por la primera superficie. En efecto, el vidrio, como todos los demas cuerpos, tiene muchos mas poros que materia sólida; porque el oro, que es uno de los mas pesados, tambien es muy poroso, segun se ve por los panes delgados de oro, que son transparentes, y dan paso al agua, siendo el oro mucho mas pesado que el vidrio; de donde se sigue, que el vidrio tiene muchos mas poros que partes propias. Ademas teniendo el vidrio, segun todas las apariencias, una gran cantidad de poros en línea recta, mayormente quando es poco espeso; se sigue que debe dexar pasar muchos mas rayos de los que reflecta la primera superficie; pero habiendo estos rayos llegado á la segunda superficie, casi todos son despedidos, porque está azogada; y quando vuelven á llegar á la primera superficie, la mayor parte de estos rayos salen del vidrio, por la misma razon que la mayor parte de los rayos del objeto entráron dentro del vidrio; luego la imágen formada por estos rayos ha de ser mas viva que la primera; finalmente los rayos que vuelven á la primera superficie, despues de haber padecido una reflexîon dentro del vidrio, no salen todos, sino que una parte se reflecta dentro del vidrio por esta primera superficie; y despues vuelven á ser despedidos por la segunda; y saliendo de nuevo en parte por la primera superficie, producen una nueva imágen mucho mas débil: de este modo se forman muchas imágenes seguidas por las reiteradas reflexîones de los rayos dentro del vidrio, cuyas imágenes siempre deben ir debilitándose.]

Espejo prismatico. *Espejo* compuesto de superficies planas, inclinadas unas á otras, y que tienen cada una la figura de un paralelógramo. Tal es el *Espejo* que repre-

senta la *fig. 3* de la *Lám. XXXIX*, que tiene la propiedad de reunir en una sola imágen, y sin interrupcion, muchos objetos ó muchas partes de un mismo dibuxo dispersas y separadas por espacios que estan ó vacios ó llenos de otras figuras, que no se representan en el *Espejo*. Por exemplo, supongamos que el *Espejo* se componga de quatro caras elevadas perpendicularmente al rededor de una base *d k a b t* (*fig. 4*). El ojo colocado á cierta distancia, como en *C*, y elevado un pie, ó cerca de él sobre un plano que sostiene al *Espejo*, percibirá por los rayos *n d*, *o k*, *l a* &c., reflectados desde los puntos *d*, *k*, *a* &c., hácia *C*, todo lo que esté dibuxado en las faxas *n o f d*, *m l a k*, *p q g*, *r s t*; y todo lo que no se halle encerrado en ellas, no se verá en el *Espejo*, si el ojo no se dirige á la derecha ni á la izquierda: luego se podrán llenar de objetos extraños al dibuxo, todos los espacios que se hallen entre estas faxas; y de este modo disfrazar la figura, cuya imágen debe representar el *Espejo*, y cuyas partes se hallan separadas por estos espacios; lo que hace que sea muy dificil adivinar estas figuras sin el auxîlio del *Espejo*. (*Véase á Nollet, Lec. de Física Tom. V. pág. 193.*)

Espejo piramidal. *Espejo* compuesto de superficies planas, triangulares, inclinadas unas á otras; de modo que los vértices de todos los triángulos tienen un punto comun de reunion, que forma el vértice de la pirámide. Tal es el *Espejo* representado en la *fig. 5*, que como el *prismático*, tiene la propiedad de reunir en una sola imágen, y sin interrupcion, muchos objetos dispersos y separados por espacios que estan ó vacios ó llenos de otras figuras, que no se representan en el *Espejo*. Por exemplo; supongamos que el *Espejo* se componga de quatro caras triangulares; y que *a b c d* (*fig. 6*) represente la base del *Espejo*: lo que se halle dibuxado en los espacios triangulares *A*, *B*, *C*, *D*, se representará en las partes correspondientes de la base *a*, *b*, *c*, *d*; y la imágen no comprehenderá nada de lo que se podria haber puesto en los espacios *E*,

F,

F, *G*, *H*, para interrumpir el dibuxo, é impedir se perciban las relaciones que tienen sus partes entre sí. Es preciso observar, que los rayos reflexos *g* G, *h* G, *i* G (*figura 7*) hacen ver los puntos *A*, *B*, *C*, del objeto en un órden opuesto al que tienen en el dibuxo; de modo, que el punto *A*, el punto *D* &c., van á reunirse para formar el centro de la imágen: luego es necesario que todas las partes de la figura, encerradas en cada uno de los triángulos 1, 2, 3, 4 (*fig. 8*) esten colocados en sentido contrario, á fin de que la imágen vista en el *Espejo* represente su objeto al natural. (*Véase á Nollet Lec. de Física, Tomo V, página 194.*)

Espejo convexô. *Espejo*, cuya superficie reflectente es *convexá*. (*Véase* Convexô.) La superficie de esta clase de *Espejos* es por lo comun esférica.

Los *Espejos convexôs* tienen la propiedad de esparcir los rayos de luz que reflectan; porque vuelven divergentes á los que son paralelos; aumentan la divergencia de los que ya son divergentes; y disminuyen la convergencia de los que son convergentes, y aun algunas veces los hacen paralelos ó divergentes. (*Véase* Catoptrica.) Supongamos un objeto *de* colocado delante de un *Espejo convexô a b*. (*Lám. XXXVIII, fig. 3.*) Los dos manojos de rayos que parten de las extremidades del objeto, los rayos *dp*, y *ep*, que, sin la interposicion del *Espejo*, hubieran ido á converger en *p*, se reflectan convergentes sobre la línea *fg*: los dos rayos *dk*, y *el* que hubieran ido á converger en *m*, se reflectan paralelos; los dos rayos *d h*, y *e i*, que hubieran ido á converger en *c*, centro de la convexîdad, se reflectan sobre sí mismos, á causa de su incidencia perpendicular; y todos los rayos, que caen mas allá de estos últimos, se reflectan divergentes.

Los *Espejos convexôs*, como los *planos*, hacen ver la imágen detras de ellos, y en una situacion conforme á la del objeto, pero esta imágen es menor que el objeto; y se halla mas cerca detras del *Espejo* de lo que está colocado

do delante el objeto. Sea el objeto *C D* (*fig. 4*) colocado delante del *Espejo convexô a b*. Los dos rayos *C e*, y *D d*, que abrazan las extremidades del objeto, y que, sin la interposicion del *Espejo*, irian á converger en *f*, se reflectan menos convergentes, y van á reunirse en *i*, formando juntos un ángulo mas agudo: luego hacen se vea la imágen *g h* baxo de una dimension menor. Sea tambien *G* (*fig. 5*) un punto qualquiera de un objeto, del que parte un hacecillo de rayos divergentes que van á caer sobre el *Espejo*; estos rayos se reflectan mas divergentes, y por consiguiente tienen su punto ficticio de reunion *g* mas aproxîmado; lo que hace que la imágen se vea mas cerca detras del *Espejo* de lo que lo está el objeto por delante; cuyos efectos aumentan proporcionalmente á la convexîdad del *Espejo*.

[Las leyes de los fenómenos de los *Espejos* ya convexôs, ya cóncavos, son mucho mas complicadas que las de los fenómenos de los *Espejos* planos; y los mismos Autores de Catóptrica no concuerdan mucho sobre el asunto.

Una de las principales dificultades que deben resolverse en este particular es determinar el lugar de la imágen de un objeto visto por un *Espejo* convexô ó cóncavo; sobre lo que estan divididos en dos opiniones los Escritores de Optica. La primera y la mas antigua coloca la imágen del objeto en el lugar en que el rayo reflexo que va al ojo, corta el catéto de incidencia, esto es, la perpendicular tirada desde el objeto á la superficie reflectente; cuya perpendicular en los *Espejos* esféricos no es otra cosa que la línea dirigida desde el objeto al centro del *Espejo*. El orígen de esta opinion viene de que se observó que, en los *Espejos* planos, el lugar de la imágen se hallaba siempre en el lugar en que la perpendicular tirada desde el objeto sobre el *Espejo*, se encontraba por el rayo reflexo; con lo que se creyó que lo mismo deberia suceder en los *Espejos* esféricos, y aun

no se dudó de que la experiencia era muy conforme á esta idea. Sin embargo, el mismo P. Taquet, uno de los que mas sostuviéron que el lugar de la imágen residia en el concurso del catéto y del rayo reflexo, conviene en que hay casos en que la experiencia se opone á este principio; pero á pesar de todo no dexa de adoptarlo, y de pretender que la experiencia lo confirma en un gran número de casos. Si los Autores de Optica, que han seguido esta opinion sobre el lugar de la imágen, hubieran profundizado mas las razones, por qué los *Espejos* planos siempre hacen ver la imágen en el concurso del catéto y del rayo reflexo; hubieran visto que en estos *Espejos*, el punto de concurso del catéto y del rayo reflexo tambien es el punto de concurso comun de todos los rayos reflexos; que por consiguiente unos rayos reflexos que entran en el ojo, lo hacen como si vinieran directamente de este punto de concurso, y que por esta razon este punto de concurso es el lugar en que se percibe la imágen: pues en los *Espejos*, ya convexôs, ya cóncavos, el punto de concurso de estos rayos reflexos no es el mismo que el punto de concurso de estos rayos con la perpendicular. Estas razones decidiéron á muchos Escritores de Optica á abandonar la opinion comun sobre el lugar de la imágen. *Barrow*, *Newton*, *Musschembroeck* &c. pretenden que debe estar en el lugar á que concurren los rayos reflexos, que entran en el ojo, esto es, poco mas ó menos en el lugar á que concurren dos rayos reflexos infinitamente cercanos que vienen del objeto, y pasan por la pupila del ojo. Sin embargo, es preciso confesar, y el mismo *Barrow* conviene en ello al fin de su Optica, que este principio, aunque fundado en razones mas plausibles que el primero, todavía no es general absolutamente; y que hay casos en que la experiencia lo contradice. Es cierto que en estos casos la imágen del objeto casi siempre parece confusa, y son aquellos en que los rayos reflexos entran en el ojo convergentes, esto es, reuniéndose el uno al otro, de suer-

suerte que en estos casos se deberia ver la imágen tras de sí, segun el principio, porque el punto de concurso de los rayos está detras. *Barrow*, al referir estos experimentos, dice, que no le impiden tenga por cierta su opinion sobre el lugar de la imágen, y que las dificultades que puede presentar, provienen de que todavía no se conocen enteramente las leyes de la vision directa. En efecto, aquí la dificultad se reduce á saber, ¿quál deberia ser el lugar aparente de un objeto que nos enviase rayos, no divergentes, y sí convergentes? Pero como estos rayos casi siempre deberian reunirse antes de llegar al fondo del ojo, se sigue que la vision que produxesen deberia ser muy confusa; y como una larga experiencia nos ha acostumbrado á juzgar que los objetos que vemos, ya confusa, ya claramente, estan delante de nosotros; esta imágen, aunque confusa, nos pareceria delante de nosotros, á pesar de que naturalmente debiésemos juzgarla detras; quizá por este medio se explicaria el fenómeno de que se trata: con todo no se puede negar que el principio de *Barrow* se apoya en razones mucho mas plausibles que el de los Antiguos.

Wolfio en su Optica adopta una opinion media: pretende que quando ambos ojos se hallan en el mismo plano de reflexîon, se ve el objeto en el concurso de los rayos reflexos, segun piensa *Barrow*; pero que quando los ojos estan en diferentes planos, lo que sucede casi siempre, el objeto se ve en el concurso de los rayos reflexos con el catéto; y he aquí cómo demuestra esta proposicion: sean dice (*Lám. LXXXVII*, *fig. 9*) *G*, *H* los dos ojos, *A* el objeto, *AF* el catéto de incidencia, y *ADG* un rayo reflexo que concurre con el catéto en *C*; el rayo reflexo *AEH*, que pasa por el ojo *H*, concurrirá tambien al mismo punto *C*, y por consiguiente el objeto se verá en *C*; pero, 1.º esta demostracion supone que los rayos reflexos *EH*, *GD*, estan en el mismo plano, lo que sucede muy rara vez; 2.º la proposicion es falsa aun quando se hallen

en él; porque entonces solo deberia verse una sola imágen del objeto *A*; y con todo hay casos en que se ven dos (*Véase* á Barrow, *Lec. 15.*); 3º ¿por qué quiere el Autor que se vea el objeto en el lugar á que concurren los rayos *DG*, *HE*? Esto seria cierto, si todos los rayos que van al ojo *G* y al ojo *H*, partiesen del punto *C*, como sucede en la vision directa; y el objeto se veria entonces en *C*, no porque los exes ópticos *GD*, *HE*, concurriesen en *C*, sino porque todos los rayos que entrasen en cada uno de los ojos partirian del punto *C*; pero en el caso actual no parten de él: luego no hay razon alguna para que el objeto parezca en *C*. Hemos creido oportuno referir aquí, con alguna extension, estas diferentes opiniones: vamos ahora á indicar con la mayor brevedad posible, la explicacion de los diferentes fenómenos de los *Espejos* corvos, segun el principio de los Antiguos, y al mismo tiempo apuntarémos su explicacion segun el principio de *Barrow*, á fin de que se pueda juzgar de la diferencia, y decidir con qual de los dos se conforma mas la experiencia. Desde luego observarémos que hay muchos casos en que estos dos principios se concilian con corta diferencia: por exemplo, quando el objeto está muy cerca del ojo, esto es, quando el ojo está casi en el catéto, el punto de concurso de los rayos reflexos, poco mas ó menos, es el mismo que el punto de concurso de estos rayos con el catéto; y así el lugar de la imágen, con corta diferencia, es entonces el mismo en ambos principios.

Leyes y fenómenos de los espejos convexôs: 1º En un *Espejo convexô* esférico, la imágen de un punto radioso parece entre el centro y la tangente del *Espejo* esférico en el punto de incidencia, pero mas cerca de la tangente que del centro, lo que hace que la distancia del objeto á la tangente sea mayor que la de la imágen, y por consiguiente que el objeto esté mas lejos del *Espejo* que la imágen.

2º Si el arco *B D* (*fig.* 2) interceptado entre el punto

to de incidencia *D* y el catéto *A B*, ó el ángulo *C* formado en el centro del *Espejo* por el catéto de incidencia *A C*, y el de obliquacion *F C* es duplo del ángulo de incidencia, la imágen parecerá sobre la superficie del *Espejo.*

3º Si este arco ó este ángulo son mas que duplos del ángulo de incidencia, la imágen se verá fuera del *Espejo.*

Segun el principio de *Barrow*, el lugar de la imágen en los *Espejos convexôs* siempre está dentro del *Espejo*, porque el punto de concurso de los rayos reflexos jamas se halla fuera del *Espejo*; y he aquí ya un medio de decidir qual de los dos principios se conforma mas con las observaciones. *Dechales* dice, que despues de haber hecho el experimento muchas veces, nada puede asegurar de positivo sobre el asunto; pero *Wolfio* propone uno, en que se ve claramente, en su opinion, la imágen fuera del *Espejo*; pues pretende, que habiendo tomado un hilo de plata *A B C* encorvado en esquadra (*fig.* 9, *n.* 2, *Lám. LXXXVII*), y habiéndole expuesto á un *Espejo convexô* de tal suerte, que la parte *A B* quedaba situada muy obliquamente á la superficie del *Espejo*, vió con claridad la imágen del hilo *B A* contigua á este mismo hilo, á pesar de que el hilo *B A* no tocaba al *Espejo.*

4º Si este arco ó este ángulo no son duplos del ángulo de incidencia, la imágen parecerá dentro del *Espejo.*

5º En un *Espejo convexô*, un punto *A* mas distante (*fig.* 3) es reflectado por otro punto *F* mas cerca del ojo *O*, que qualquiera otro punto *B*, situado en un mismo catéto de incidencia; de donde se sigue, que si el punto *A* del objeto es reflectado por el punto *F* del *Espejo*, y el punto *B* del objeto lo es por el punto *E* del *Espejo*, todos los puntos intermedios entre *A* y *B* en el objeto serán reflectados por los puntos intermedios entre *F* y *E*: luego, *F E* será la linea que reflectará *A B*, y por consiguiente un punto *B* del catéto parece á mayor distancia *C B* del centro *C*, que qualquiera otro punto *A* mas distante.

6º

6º Un punto *B* mas cerca (*fig. 4*), pero que esté situado en el mismo catéto que otro punto *H* mas inmediato, será reflectado al ojo *O* por un punto del *Espejo* mas cerca que el por el qual sea reflectado el punto mas inmediato *H*. Y así, si el punto *A* de un objeto es reflectado por el punto *C* del *Espejo*, y el punto *B* del objeto por el punto *D* del *Espejo*, uno y otro hácia el mismo punto *O*, todos los puntos intermedios entre *A* y *B* en el objeto serán reflectados por puntos intermedios entre *C* y *D* en el *Espejo*.

7º En un *Espejo convexô esférico*, la imágen es menor que el objeto; y de aquí nace el uso que se hace de esta clase de *Espejos* en la pintura, quando es preciso representar objetos menores que al natural.

8º En un *Espejo convexô* quanto mas diste el objeto, menor será la imágen.

9º En un *Espejo convexô*, las partes del objeto situadas á la derecha se representan á la izquierda, y recíprocamente, pareciendo los objetos perpendiculares al *Espejo* de arriba abaxo.

10º La imágen de una recta perpendicular al *Espejo* es una recta; pero la de una recta, ú obliqua ó paralela al *Espejo*, es *convexâ*.

Esta es otra de las proposiciones sobre que todavia no convienen los Escritores de Optica; con lo que otro medio de decidir entre los dos principios, seria exâminar si la imágen de un objeto largo, como de un baston ó palo colocado perpendicularmente al *Espejo*, parece con exâctitud derecha ó curva; porque segun *Taquet*, las imágenes de los diferentes puntos del palo deben estar en el concurso de los rayos reflexos con el catéto; y como el palo es el mismo catéto, se sigue que la imágen del palo debe formar una línea recta en la misma direccion del palo. Segun el principio de *Barrow*, al contrario, esta misma imágen debe parecer curva, si bien es cierto que su curvatura no será considerable; lo que hace muy delicado este experi-

rimento. Sea lo que fuere, unos y otros convienen en que la imágen de un objeto infinitamente largo, colocado de este modo, solo debe parecer de la longitud de cerca la mitad del rayo.

11º Los rayos reflectados por un *Espejo convexô* divergen mas que si lo fueran por un *Espejo plano*.

Por esta razon ven los *Miopes*, en un *Espejo convexô*, los objetos remotos mas claramente de lo que los verian á la simple vista. (*Véase* Miope.) Los rayos reflectados por un *Espejo convexô* de una esfera menor, divergen mas, que si lo fueran por una esfera mayor; y por consiguiente, la luz debe debilitarse mas, y sus efectos han de ser menos eficaces en el primer caso, que en el último.]

Espejo concavo. *Espejo*, cuya superficie reflectente es *cóncava*. (*Véase* Concavo.) La superficie de estos *Espejos* por lo regular es esférica, y de estos vamos á hablar principalmente, sin embargo de que algunas veces se hacen, pero no muchos, parabólicos y elípticos.

Los *Espejos cóncavos* tienen la propiedad de reunir los rayos de luz que reflectan; porque vuelven convergentes los que son paralelos; aumentan la convergencia de los que ya son convergentes; y disminuyen la divergencia de los que son divergentes, y aun algunas veces los hacen paralelos ó convergentes: aumentando estos efectos á proporcion de la concavidad del *Espejo*.

El punto en que se reunen los rayos se llama *foco* (*Véase* Foco.); pero este no es el mismo para toda clase de rayos incidentes. Los rayos paralelos, como *a b*, *d e* (*Lám. XXXVIII, fig. 6*), son reflectados por el *Espejo cóncavo m o*, y van á reunirse en el punto *F*, distante del *Espejo* una cantidad igual al quarto del diámetro de la esfera de la que es segmento este *Espejo*; y he aquí lo que se llama el *foco de los rayos paralelos*, ó el *verdadero foco del Espejo*. Los rayos convergentes, como *f g*, *h i* se reflectan mas convergentes, y van á reunirse entre el foco de los rayos paralelos y el *Espejo*; como, por exemplo, en

K.

K. Finalmente, los rayos divergentes, y que parten de un punto mas distante del *Espejo*, que el foco de los rayos paralelos, como *R m*, *R o* se reflectan convergentes, y van á reunirse mas allá del foco de los rayos paralelos, como, por exemplo, en *P*: luego el foco de los rayos paralelos se halla en el quarto del diámetro de la esfericidad del *Espejo*; el foco de los rayos convergentes está mas cerca del *Espejo*, que el de los rayos paralelos; y el foco de los rayos divergentes dista mas de él.

Los *Espejos planos*, como los convexôs, hacen ver, segun hemos dicho, la imágen detras de ellos, y en una situacion conforme á la del objeto (*Véase* ESPEJO PLANO, *y* ESPEJO CONVEXO.); pero los *Espejos* cóncavos solo producen este efecto quando el objeto está colocado entre el foco de los rayos paralelos y el *Espejo*; y entonces esta imágen es mayor que el objeto, y se halla mas lejos detras del *Espejo* de lo que está colocado el objeto por delante. Si el objeto *A B* (*Lám. XXXIX*, *fig.* 2) se coloca delante del *Espejo* cóncavo *E F*, y mas cerca de este *Espejo*, que el foco de los rayos paralelos; los dos rayos *A e*, *B f*, que abrazan las extremidades del objeto, y que, sin la interposicion del *Espejo*, irian á converger en *d*, se reflectan mas convergentes, y van á reunirse en *D*, formando juntos un ángulo mayor; luego hacen ver la imágen *a b* mayor que el objeto. Sea tambien *A* (*Lám. XXXVIII*, *fig.* 7) un punto qualquiera de un objeto colocado mas cerca del *Espejo* que el foco de los rayos paralelos *F*, de cuyo punto parte un manojo de rayos divergentes, que, cayendo sobre el *Espejo*, se reflectan menos divergentes, y por consiguiente tienen su punto ficticio de reunion *a* mas distante; en este caso se verá la imágen mas lejos detras del *Espejo* de lo que lo está el objeto por delante.

Pero si el objeto está colocado mas lejos del *Espejo* que el foco de los rayos paralelos, como, por exemplo, en *e*, los rayos *e b*, *e d*, demasiado poco divergentes quando llegan al *Espejo*, se reflectan convergentes, y van á trazar

en

en *E* la imágen del objeto; de suerte que si el ojo o retrocede quanto es necesario para que los rayos, despues de haberse cruzado formando la imágen, hayan vuelto á tomar el grado de divergencia conveniente, advierte la imágen *E* entre el *Espejo* y él mismo: porque cada punto iluminado de un objeto se nos hace visible por un hacecito de rayos divergentes: luego dexamos de verle siempre que estos rayos llegan á ser paralelos ó convergentes; lo que sucede quando el objeto no está mas cerca del *Espejo*, que el foco de los rayos paralelos: luego es preciso que el ojo retroceda mas allá del lugar de la imágen, en donde los rayos, despues de haberse cruzado, vuelven á ser divergentes. Esta imágen siempre está en sentido contrario del objeto, como la imágen *a b* (*fig. 8*); porque nosotros no podemos ver un objeto entero *A B*, á no verificarse hácia el ojo *H* un concurso de estos manojos de rayos divergentes *A E*, *B G* que parten de sus extremidades: es así que este concurso no puede efectuarse sino despues que estos rayos se han cruzado entre el objeto y el *Espejo*, lo que no puede menos de invertir la imágen; luego si, por exemplo, se colocase baxo de una mesa *T* (*Lám. XXXIX*, *fig. 1*), un jarro de flores inverso *f*, y por delante un *Espejo* cóncavo *M*, el ojo colocado en *o* veria en el borde de la mesa la imágen derecha *F* de este jarro de flores: en esta propiedad del *Espejo cóncavo* se funda la construccion del telescopio de reflexion. (*Véase* TELESCOPIO.)

[LEYES Y FENOMENOS DE LOS ESPEJOS CONCAVOS.

1º Si un rayo *I K* (*Lám. LXXXVII*, *fig. 5*) cae sobre un *Espejo cóncavo* *L I*, baxo de un ángulo de 6º y paralelo al exe *A B*, el rayo reflexo *I B* concurrirá con el exe *A B* en el vértice *B* del *Espejo*. Si la inclinacion del rayo incidente es menor de 6º como la de *E H*, el rayo reflexo *E F* concurrirá entonces con el exe á la distancia *B F* menor que el quarto del diámetro; y generalmente la distancia del centro *C* al punto *F* en que

el rayo *H E* concurre con el exe, es á la mitad del rayo *C D* en razon del seno total al co-seno de inclinacion. De aquí se ha inferido, por el cálculo, que en un *Espejo esférico cóncavo*, cuya latitud comprehende un ángulo de 6° los rayos paralelos se encuentran despues de la reflexîon en una porcion del exe menor que $\frac{1}{1457}$ del rayo; que si la anchura del *Espejo cóncavo* es de 6°, 9°, 12° ó 18°, la parte del exe en que los rayos paralelos se encontrarán despues de la reflexîon, es menor que $\frac{1}{363}$, $\frac{1}{160}$, $\frac{1}{89}$, $\frac{1}{56}$, $\frac{1}{36}$ del rayo; según este principio se construyen los *Espejos ustorios*.

Porque supuesto que los rayos esparcidos sobre toda la superficie del *Espejo cóncavo* se reunen por la reflexîon en un cortísimo espacio, es preciso por consiguiente que la luz y el calor de los rayos paralelos aumenten allí considerablemente, esto es, en razon duplicada de la de la anchura del *Espejo* y de la del diámetro del círculo en que se han reunido los rayos; y debiendo por otra parte juzgarse paralelos los rayos del Sol que caen sobre la Tierra (*Véase* Luz); no debe extrañarse que los *Espejos cóncavos* quemen con tanta violencia.

Claro está por las reglas que acabamos de establecer, que los rayos del Sol reflectados por el *Espejo* jamas encuentran al exe *B A* en un punto que esté mas distante del vértice *B* que de la mitad del rayo: y así, como el punto de en medio entre *C* y *B* siempre es el límite del concurso de los rayos, se ha llamado este punto de en medio el *foco del Espejo*, porque cerca de este punto concurren los rayos, y se reunen tanto mas quanto distan menos de él; de donde se sigue, que en este mismo punto han de producir mayor efecto. (*Véase* Foco.)

2°. Estando un cuerpo luminoso colocado en el foco de un *Espejo cóncavo* *E I* (*fig.* 5) los rayos se volverán

Espa-

paralelos despues de la reflexîon; lo que proporciona el medio de arrojar una luz muy fuerte á gran distancia, poniendo, por exemplo, una vela encendida en el foco de un *Espejo cóncavo*; tambien se sigue de aquí que si los rayos despedidos por el *Espejo* se reciben por otro *Espejo cóncavo*, volverán á concurrir en el foco de este, y quemarán. *Zahnio* hace mencion de otro experimento igual, hecho en Viena: colocáronse dos *Espejos cóncavos*, el uno de 6, y el otro de 13 pies de diámetro á 24 pies poco mas ó menos uno de otro; púsose una ascua en el foco del uno, y una mecha cebada en el foco del segundo, y los rayos que despidió el carbon encendiéron la mecha.

3º. Si se coloca un cuerpo luminoso entre el foco *F* (*fig. 8*), y el *Espejo H B C*, los rayos divergerán del exe despues de la reflexîon.

4º. Si un cuerpo luminoso se halla colocado entre el foco *F*, y el centro *G*, los rayos se encontrarán despues de la reflexîon en el exe, y mas allá del centro.

Y así, estando una vela encendida colocada en *I*, se verá su imágen en *A*; y si está en *A*, se verá su imágen en *I* &c.

5º. Si se pone un cuerpo luminoso en el centro del *Espejo*, todos los rayos se reflectarán sobre sí mismos; y así, estando el ojo colocado en el centro de un *Espejo cóncavo*, solo se verá á sí propio confusamente y en todo el *Espejo*.

6º. Si un rayo que caiga de un punto *H* del catéto (*fig. 6*) sobre el *Espejo convexô b E*, se prolonga, como su rayo reflexo *I F*, en la concavidad del *Espejo*, *E H* será el rayo incidente del punto *H* del catéto, y *F O* el reflexo; y por consiguiente, si el punto *H* es la imágen del punto *h* en el *Espejo convexô*, *h* es la imágen de *H* en el *cóncavo*: luego si la imágen de un objeto reflectada por un *Espejo convexô* se viese por reflexîon en el mismo *Espejo*, supuesto cóncavo, pareceria semejante al mismo objeto.

Y supuesto que la imágen de un catéto infinito es menor en un *Espejo convexô* que el quarto del diámetro, se sigue tambien de aquí, que la imágen de una porcion de catéto menor que el quarto del diámetro puede exîstir en un *Espejo cóncavo* por grande que sea.

Luego todo punto distante del *Espejo cóncavo*, de menos del quarto del diámetro, debe parecer mas ó menos lejos detras del *Espejo*.

Comprehendiéndose la imágen de un objeto, por ancha que se suponga, en un *Espejo convexô* entre las dos líneas de incidencia de sus dos puntos externos, podemos inferir que si se coloca un objeto entre estas dos líneas en el *Espejo cóncavo*, y á una distancia menor que el quarto de su diámetro, la magnitud de la imágen podrá parecer tan grande como se quiera; de donde podemos inferir, que los objetos colocados entre el foco de un *Espejo cóncavo*, y el *Espejo*, deben parecer en este *Espejo* de una magnitud enorme: en efecto, la imágen es tanto mayor en el *Espejo cóncavo*, quanto es menor en el convexô.

En un *Espejo convexô*, la imágen de un objeto distante parecerá mas cerca del centro, que la de un objeto mas inmediato; y por consiguiente, en un *Espejo cóncavo* la imágen de un objeto remoto del *Espejo* parecerá mas apartada que la de un objeto mas cercano, con tal, sin embargo, de que la distancia del vértice al centro, sea menor que el quarto del diámetro.

En un *Espejo convexô*, la imágen de un objeto apartado es menor que la de un objeto inmediato; y por consiguiente, en un *Espejo cóncavo* la imágen de un objeto colocado entre el foco y el *Espejo*, debe parecer tanto mayor, quanto mas cerca está del foco el objeto.

Por lo que, la imágen de un objeto que se aparta continuamente del *Espejo cóncavo*, debe aumentarse mas y mas, con tal que el objeto no se aleje hásta detras del foco, en donde se volveria confusa: del mismo modo acercándose el objeto, la imágen disminuirá mas y mas.

Quan-

Quanto menor es la esfera, cuyo segmento es un *Espejo convexô*, tanto lo es tambien la imágen; y por consiguiente, quanto menor sea la esfera cuyo segmento es un *Espejo cóncavo*, tanto mayor será la imágen: de donde se sigue que los *Espejos cóncavos*, que son segmentos de pequeñísimas esferas, pueden servir de microscopios.

7º Si se coloca un objeto entre un *Espejo cóncavo* y su foco, su imágen parecerá detras del *Espejo*, y en su situacion natural, excepto solo, que lo que está á la derecha parecerá á la izquierda, y reciprocamente.

8º Si se pone un objeto *A B* (*fig.* 7) entre el foco y el centro, su imágen *E F* parecerá inversa y al ayre libre, estando el ojo colocado mas allá del centro.

9º Si se pone un objeto *E F* á la otra parte del centro C, y el ojo se halla tambien á la otra parte del centro, la imágen parecerá inversa al ayre libre entre el centro y el foco.

No es inútil observar que quando el objeto está en el foco, ó cerca de él, entonces la imágen es muchísimas veces confusa, porque los rayos reflectados por el *Espéjo*, siendo paralelos, entran en el ojo con demasiado poca divergencia; y quando el objeto se halla colocado entre el foco y el centro, es preciso que el ojo esté mas allá del centro, y bastante lejos del punto de concurso de los rayos, á fin de que la imágen pueda verse distintamente, pues de otro modo se la verá confusa: este es el experimento de *Barrow*, de que ya hemos hablado.

De donde se sigue, que las imágenes inversas de los objetos colocados mas allá del centro de un *Espejo cóncavo*, se reflectarán directas por un *Espejo*, y podrán recibirse en este estado sobre un papel colocado entre el centro y el foco, mayormente si el quarto está obscuro; que si el objeto *E F* dista mas del centro que el foco, en este caso la imágen será menor que el objeto. Segun este principio se pueden representar varias apariencias extraordinarias valiéndose de *Espejos cóncavos*, y en especial de los que son

son segmentos de grandes esferas, y que pueden reflectar objetos enteros: luego, un hombre que haga el *molinete* con su espada delante de un *Espejo cóncavo*, verá á otro que viene hácia él con el mismo movimiento; y saliendo de este *Espejo* la cabeza de esta imágen, si se pone en aptitud de cortársela con su verdadera espada, la imaginaria parecerá entonces que le corta su propia cabeza; si alarga la mano á la imágen, la otra mano se acercará hácia la suya, y vendrá á hallarla al ayre libre, y á gran distancia del *Espejo*.

10º La imágen de una recta, perpendicular á un *Espejo cóncavo*, es una recta; pero toda linea obliqua ó paralela se representa en él cóncava; y, segun *Barrow*, debe parecer curva en todos los casos.]

Espejo eliptico. Espejo, cuya superficie reflectente es la de una esferoide *Elíptica*. La propiedad de este *Espejo*, que, como la elipse, tiene dos focos (*Véase* Elipse.), es reflectar al uno de sus focos todos los rayos que parten del otro; de modo que si se pone, por exemplo, en el uno de sus focos una vela encendida, su luz se reune al otro foco. La construccion de esta clase de *Espejos* es muy dificil, y por lo mismo se hace poco uso de ellos.

Espejo parabolico. *Espejo*, cuya superficie es la de una conoide *parabólica*. Este *Espejo* tiene la propiedad de que los rayos que parten de su foco, y que caen sobre su superficie se reflectan paralelamente á su exe: y recíprocamente los rayos que van paralelamente al exe del *Espejo* á caer sobre su superficie, como los del Sol, son reflectados á su foco: de donde se sigue, que este *Espejo* es un *Espejo ustorio* muy bueno. (*Véase* Espejo ustorio.)

[Como el sonido se reflecta segun las mismas leyes que la luz, se sigue, que una figura elíptica ó parabólica es la mejor que se puede dar á las bóvedas de un edificio, para que sea sonoro: en este principio se funda la construccion de las salas ó *gabinetes de secretos*, cuya bóveda está en forma elíptica; porque si una persona habla muy ba-

baxo en el foco de esta elipse, se oirá por otra persona que tenga el oido en el otro foco, sin que los que estan en medio de la sala oigan cosa alguna. Del mismo modo, si la bóveda tiene una forma parabólica, y se coloca alguno en el foco de ella, oirá fácilmente quanto se hable baxo en el quarto, y los que en él esten oirán recíprocamente lo que se hable muy baxo. (*Véase* Sala ó Gabinete de secretos y Eco.)

Espejo mixto. *Espejo* cuya superficie reflectente se compone de líneas rectas en un sentido, y curvas en otro. Dos especies hay de *Espejos mixtos*, á saber, el *Espejo cilíndrico* y el *cónico*. (*Véase* Espejo cilindrico y Espejo conico.); pero estos *Espejos* sólo son curiosos, y no útiles.

Espejo cilindrico. *Espejo* cuya superficie reflectente es *cilíndrica*: tal es el que representa la *Lám. XXXIX, fig. 9*. La superficie de este *Espejo* se compone de líneas rectas en el sentido de su altura *AB*, y de líneas circulares en el sentido de su anchura *CD*; por lo que se le llama *Espejo mixto*.

Este *Espejo* tiene la propiedad de producir á un tiempo los efectos de los *Espejos* planos, y los de los *Espejos* convexos. Supongamos *GF* (*fig. 11*) su altura: estando un objeto *AE* echado delante de este *Espejo*, todos los rayos que parten de los puntos *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, cayendo sobre la superficie *GF* del *Espejo*, y siendo reflectados hacia el ojo *O*, deben representar las imágenes de estos diferentes puntos en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, como lo haria un *Espejo* plano (*Véase* Espejo plano); luego no debe mudarse la dimension en aquel sentido; pero como en el otro sentido el *Espejo* es curvo, supongamos que *q*, *t*, *y* (*fig. 10*) representa su anchura; los rayos *Aq*, *Lr*, *Ms*, *Nt*, *Ox*, *Pu*, *Fy*, reflectados hácia el ojo *Z*, hacen ver todos estos puntos *A*, *L*, *M*, *N* &c. del objeto en el espacio *af*; lo que disminuye mucho en aquel sentido la dimension de la imágen; propie-

dad

dad del *Espejo* convexô. (*Véase* ESPEJO CONVEXÔ.) Lo mismo debe suceder á todos los puntos visibles que se hallan en las demas líneas *BQG*, *CRH*, *DTI*, *ESK*, concéntricas á la superficie del *Espejo*: luego es preciso que todas estas partes esten muy extendidas en el dibuxo, para que la imágen se parezca á alguna cosa conocida; y como el *Espejo* convexô presenta á la imágen detras del *Espejo* mas cerca de lo que está el objeto por delante, esta imágen en lugar de estar echada, como diximos, en *ea* (*fig.* 11), se halla levantada como *eg*: otra propiedad del *Espejo* convexô: y si el ojo se levanta, como en *K*, la altura de la imágen aumenta, como *eh*, porque el ángulo visual llega á ser menos agudo. (*Véase* ANGULOS VISUALES.)

Hay *Espejos cilíndricos*, cuya superficie curva es convexâ, y otros cuya superficie es cóncava ó hueca: poco mas ó menos producen los mismos efectos, pero con la diferencia de que siendo la superficie convexâ, la imágen se ve detras del *Espejo*, y quando es hueca, la imágen se ve delante del *Espejo*, porque el objeto siempre está colocado mas lejos que el foco de los rayos paralelos. (*Véase* ESPEJO CÓNCAVO.)

[FENÓMENOS Ó PROPIEDADES DE LOS ESPEJOS CILÍNDRICOS: 1.º Las dimensiones de los objetos que se colocan á lo largo delante de estos *Espejos*, no se mudan en ellos mucho; pero sí se alteran en gran manera las figuras de los que se colocan á lo ancho, y sus dimensiones disminuyen tanto mas, quanto mas distan del *Espejo*, lo que las vuelve muy difórmes.

La razon es porque los *Espejos cilíndricos* son planos en el sentido de su longitud y convexôs en el de su anchura; de suerte, que deben representar poco mas ó menos al natural la dimension del objeto que está colocada á lo largo, esto es, que se halla en un plano que pasa por su exe; al contrario, la dimension colocada en lo ancho, esto es, paralelamente á uno de los diámetros del cilindro,

 de-

debe parecer mucho menor de lo que es en realidad.

2º Si el plano de reflexîon corta al *Espejo cilíndrico* por el exe, la reflexîon se hará entonces del mismo modo que en un *Espejo plano*; si le corta paralelamente á la base, la reflexîon se hará entonces como en un *Espejo* esférico; finalmente si le corta obliquamente, ó si es obliquo á la base, la reflexîon se hará, en el último caso, como en un *Espejo elíptico*.

3º Presentando al Sol un *Espejo cilíndrico* hueco, se verá que los rayos se reflectan, no en un foco, y sí en una linea luminosa paralela al exe, y á una distancia algo menor que el quarto del diámetro.]

Espejo cónico. *Espejo*, cuya superficie reflectente es cónica: tal es el *Espejo* que representa la *Lám. XL, fig.* 1. La superficie de este *Espejo* se compone de líneas rectas en el sentido de su altura *AB*, y de líneas circulares en el sentido de su anchura *CD*; pero de modo, que todas las líneas rectas tienen un punto comun de reunion *A*, que forma el vértice del cono: estas líneas de diferentes especies, de que se compone la superficie de este *Espejo*, han hecho se le llame *Espejo mixto*.

Este *Espejo* tiene, como el *cilíndrico*, la propiedad de producir á un tiempo los efectos de los *Espejos* planos y de los convexôs. Supongamos *FKC* (*fig.* 2) el corte del *Espejo cónico* y las dos líneas *FK*, y *CK* dos de las líneas rectas que le componen, y que tienen un punto de reunion en *K*. Estas dos líneas, que representan dos *Espejos* planos inclinados uno á otro, deben producir sus efectos; los rayos que parten de los puntos *A*, *B*, *C*, cayendo sobre la superficie del *Espejo* en los puntos *i*, *h*, *g* &c., y reflectados hácia el ojo *O*, deben representar estos puntos en la base del *Espejo* en un órden opuesto *a*, *b*, *c*; luego es indispensable decir lo mismo de los puntos *D*, *E*, *F*, representados en *d*, *e*, *f*; como de todos los que se hallan en la circunferencia de los círculos, de los que aquí solo se ven las mitades *AHD*, *BIE*, *CGF*; pero como de ca-

da punto no parten rayos simples, y sí manojitos de rayos, el *Espejo* los modifica como lo hace un *Espejo* convexô. (*Véase* Espejo convexô.) Por consiguiente la imágen parece mucho menor que el objeto, y mas cerca del ojo de lo que estaria, si el *Espejo* estuviese puramente recto. Atendido lo que acabamos de decir, debe vèrse en el centro de la imágen lo que está dibuxado en la circunferencia exterior *AHD*; las extremidades de la imágen deben componerse de lo que se halla en la circunferencia interior *CGF*: y como la curvatura del *Espejo* aumenta mas y mas, acercándose á la punta del cono, pues los círculos que le componen siempre van disminuyendo de diámetro, se sigue, que lo que es mas dilatado en el objeto, es lo mas reunido en la imágen: he aquí por que estos objetos son tan dificiles de divisar, sin el auxîlio del *Espejo*. Nadie dudaria, por exemplo, que el carton negro de la *fig. 3* debe representar en el *Espejo* un as de espadas de nuestra baraja al que pusiese el ojo en la prolongacion del exe del cono. Los puntos *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, &c. de la circunferencia interior forman las extremidades de la imágen; y los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 de la circunferencia exterior van á reunirse en el centro, casi en un solo y único punto.

Espejo ustorio. *Espejo*, cuya superficie reflectente es cóncava; es lo mismo que el *Espejo* cóncavo. En efecto, un *Espejo cóncavo* es un verdadero *Espejo ustorio* (*Véase* Espejo cóncavo.); en cuyo Artículo nos hemos extendido bastante sobre las propiedades de este *Espejo*, ya con respecto á la facultad de poder abrasar los cuerpos, ya relativamente á los efectos que produce por lo que mira á la vision.

La superficie de este *Espejo* regularmente es eférica; y tiene la propiedad de reunir los rayos paralelos que recibe, en un espacio muy corto, hácia un punto llamado *foco*, y que dista de su superficie una cantidad igual al quarto del diámetro de su esfericidad. Este espacio en que se han

re-

reunido los rayos, es tanto menor, quanto es mas cóncavo el *Espejo*, ó forma parte de una esfera menor; y hay tantos mas rayos juntos, quanto mayor es el diámetro del *Espejo*, aunque en este caso en que se han reunido los rayos sea algo mas extenso.

Luego si se opone al Sol un *Espejo ustorio MI* (*Lámina XXXII*, *fig. 1*), de modo que su exe *AB* sea paralelo, ó, á lo menos, solo forme un ángulo muy agudo con los rayos incidentes de este astro, se advierte un cono de luz *MIC* tanto mas viva, quanto mas se acerca al vértice *C*, y cuya base *MI* está apoyada sobre la superficie del *Espejo*. Si se presenta al vértice *C* de este cono (que es el foco del *Espejo*) algun cuerpo combustible, en el instante se enciende; las materias mas duras, como los metales, se derriten en él en poco tiempo; y las piedras se calcinan ó se vitrifican. En fin, este es el fuego mas puro que se pueda producir, y al mismo tiempo el mas fuerte, vivo y violento, si el *Espejo* es algo grande.

Unos *Espejos ustorios* se hacen de metal, y otros de vidrio cristalino: los primeros son menos frágiles que los segundos; pero no se pulimentan tan bien, y se deslustran con muchísima facilidad. Los de vidrio se pulen mejor; reflectan mas luz con regularidad; y por lo mismo tienen en igualdad de superficie un foco mas activo; quando se ensucian, se les limpia fácilmente con un poco de aguardiente ó de espíritu de vino.

Para tener grandes *Espejos ustorios*, y que al mismo tiempo no cuesten tanto, han pensado muchos Físicos hacerlos de *Espejitos* planos pegados dentro de un bastidor cóncavo; pero ninguno fué mas feliz en este particular que *Buffon*; pues el que mandó construir es en gran manera superior á los demas por la magnitud de sus efectos, y por la regularidad de su execucion. Una de las perfecciones que con razon se admiran en este *Espejo*, es que su foco puede dirigirse á diferentes distancias por ser móvil cada uno de los vidrios que le componen, y poderse fixar fácil-

 men-

mente á varios grados de inclinacion, de suerte, que con los mismos vidrios cristalinos se puede, segun se quiera, hacer variar la concavidad del *Espejo*, y por consiguiente la distancia de su foco. Este *Espejo* quema madera á 200 pies, derrite el estaño á 150 pies, y el plomo á 140 pies.

Tambien hay focos ustorios, y los mismos efectos se producen con vidrios. (*Véase* VIDRIO USTORIO.)

ESPEJOS (*Metal de los*) *Véase* METAL DE LOS ESPEJOS.)

ESPESOR. Es lo mismo que profundidad. (*Véase* PROFUNDIDAD.)

ESPINTEROMETRO, ó MIDE-CHISPAS. Nombre que dió *Le Roy*, de la Academia de las Ciencias, á un instrumento que inventó para medir la fuerza de las chispas eléctricas: he aquí su descripcion dada por él mismo en la *Enciclopedia*, *Artículo Electrómetro*.

En un tubo de vidrio *TT* (*Lám. LXXVIII, fig. 7*) tapado por ambos extremos con dos chapas *PS*, *PI*, se mueve libremente, pero solo de arriba abaxo, ó al contrario, una bola de metal *B*, adaptada á la extremidad de una vara de hierro quadrada *VV*, que pasa por un agujero de la misma forma abierto en la chapa *PS*, en la que se ajusta perfectamente. Esta disposicion manifiesta que se puede mover la bola dentro del tubo de un extremo á otro, pero que no se la puede dar ningun otro movimiento. En la extremidad de la vara *VV* que sobresale de la chapa *PS*, se han señalado unos grados á fin de poder juzgar de la distancia á que se halla la bola de la chapa *PI*; y para mayor precision se podria, en lugar de estos grados, adaptar á la extremidad de la vara un tornillo que hiciese las funciones de un micrómetro.

Atendida la descripcion de este instrumento, no es dificil conocer el modo de servirse de él, y cómo remedia los inconvenientes que pudieran ocurrir. En primer lugar se ve, que tomándolo por el tubo, y haciendo que toque

con

con la chapa *PI* al cuerpo eléctrico del que se quiere sacar una chispa, esta chapa se electriza en igual grado que dicho cuerpo; y que por medio de la vara *VV*, se acerca gradualmente á la misma chapa la bola *B* (que antes estaba muy distante de ella), hasta que parte la chispa; pues verificándose este efecto en el instante preciso en que la bola se halla á la distancia, que se requiere para que se verifique, se viene en conocimiento de esta distancia por el número de grados señalados en la vara. En segundo lugar es claro que estas distancias solo pueden provenir aquí de la diferencia de la fuerza eléctrica, porque la chispa salta siempre entre los mismos cuerpos, que son la chapa *PI*, y la bola *B*; y siempre de los mismos puntos de la bola y de la chapa; pues pudiendo solo esta bola acercarse ó apartarse de ellos, los diferentes puntos de su superficie inferior siempre deben mirar á los mismos puntos respectivos de esta chapa.

ESPIRA. Línea curva, que sin cerrar el círculo, da muchas vueltas al rededor de un punto en forma de caracol. Supongamos que una línea recta *AC* (*Lám. III, fig. 15*), que tiene una de sus extremidades fixa en el punto *C*, se mueva uniformemente al rededor de este punto, de modo que la otra extremidad *A* describa la circunferencia de un círculo: demos por sentado al mismo tiempo que un punto se mueve uniformemente de *A* hácia *C* sobre la línea recta *AC*, de suerte que el punto corra la mitad *AB* de la longitud de esta línea al mismo tiempo precisamente que la línea *AC* engendra el círculo; en este caso el punto que se mueve describirá, en virtud de estos dos movimientos, la *Espira AEDB*: si precisamente al mismo tiempo que emplee la línea *AC* en hacer segunda revolucion al rededor del punto *C*, el punto que se mueve adelantando desde *B* hácia *C* sobre la línea *AC*, corre la otra mitad *BC* de esta línea, este punto describirá todavía otra vuelta de *Espira BFGC*: luego este punto que se mueve habrá llegado desde el punto *A*

al centro *C* corriendo la línea curva, y que vuelve á entrar baxo de ella misma *AEDBFGC*: esta línea es una *Espira*, que á ninguna otra cosa se parece mas que á un resorte de relox.

En *Espiras* van al centro de su movimiento todos los cuerpos que circulan con otros, cuya fuerza centrífuga prevalece: por exemplo, los cuerpos que fluctuan encima de una agua que circula, describen una curva que siempre gira baxo de ella misma, y que disminuye, hasta cero, la extension de sus revoluciones: y estos cuerpos llegan al centro por una línea *Espiral*. Del mismo modo los cuerpos que circulan, adquiriendo siempre una fuerza centrífuga mas y mas grande, ó cuya fuerza centrípeta siempre va disminuyendo, se alejan del centro de sus revoluciones por línas *Espirales*, que siempre giran sobre ellas mismas, y que aumentan mas y mas la extension de sus revoluciones.

El inventor de esta línea fué Arquímedes; por cuya razon se llama la *Espiral de Arquímedes*.

ESPIRAL. Lo que pertenece á la *Espira*. (*Véase* ESPIRA.)

ESPIRAL. (*Lámina*) (*Véase* LAMINA ESPIRAL.)

ESPIRITU DE NITRO. Es el ácido del nitro que se separa de su base alkalina, por el intermedio del ácido vitriólico ó de las substancias que le contienen. Esto manifiesta, que el *Espíritu de nitro* es lo mismo que el ácido nitroso, que parece se compone del gas nitroso, combinado con el ayre puro. (*Véase* GAS NITROSO y AYRE PURO.)

Quando el *Espíritu de nitro* está bien purificado de flema, se evapora baxo la forma de un humo que tira á bermejo, y toma el nombre de *Espíritu de nitro fumante*: quando no está purificado de flema, se conoce en el comercio con el nombre de *agua fuerte*.

El *Espíritu de nitro* es el disolvente de muchos metales, y de él se hace gran uso en los experimentos de Fí-

Física: el *Espíritu de nitro fumante* sirve para operar la inflamacion de los aceytes. (*Véase* Acido.)

Por la accion de este ácido en ciertos metales se consigue el gas nitroso. (*Véase* Gas nitroso.)

Espiritu de sal. Es el ácido de la sal marina, que se separa de su base alkalina, del mismo modo que se hace para obtener el espíritu de nitro, por el intermedio del ácido vitriólico ó de las substancias que le contienen. Para conseguir uno y otro se emplea con bastante freqüencia arcilla desecada; y el *Espíritu de sal* que se obtiene con este método es blanco y no fumante; pero si se le separa de su base por el intermedio del ácido vitriólico puro, el que se consigue es muy fumante.

La mezcla del *Espíritu de sal* con espíritu de nitro forma un disolvente del oro, llamado *Agua régia.* (*Véase* Agua regia.) (*Véase tambien* Acido.)

Espiritu de vino, llamado tambien *Espíritu ardiente.* Liquor inflamable, ligero, volátil, y muy fluido, de un olor y sabor fuertes, penetrantes y agradables; y perfectamente limpio.

Este *Espíritu* se inflama con facilidad, y sin que sea necesario calentarlo, excepto solo en su superficie, porque no puede arder, como los demas cuerpos combustibles, sino en contacto con el ayre. Su llama es ligera, en el centro tira á blanca, á azul hácia los extremos, y es poco luminosa, quieta, no chispea, no produce humo, hollin ni carbon.

El *Espíritu de vino* se extrae de todas las substancias, que han padecido la fermentacion vinosa, como uvas, manzanas, peras, semillas &c.; se mezcla con el agua sin intermedio, y en todas proporciones; y con los ácidos disminuyendo su acidez; es el disolvente de las resinas, y de todos los aceytes esenciales; pero no disuelve los aceytes grasos, á menos que no se hayan alterado por el rancio y la accion del fuego.

El *Espíritu de vino* tiene la propiedad de coagular la san-

sangre de los animales; y por lo mismo es muy prudente no hacer demasiado uso de los liquores espirituosos.

El *Espíritu de vino* es un poderosísimo antipútrido, por lo que se le emplea con facilidad para libertar de la corrupcion á las materias susceptibles de ella. (*Véase* Fuego.)

Espiritu de vitriolo. Es el ácido vitriólico cargado de bastante cantidad de flema, que se consigue por la destilacion del vitríolo: quando este ácido está muy purificado de flema, se llama *aceyte de vitríolo*. (*Véase* Acido.) (*Véase el Diccionario de Química de Macquer.*)

Por la accion del *Espíritu de vitríolo* en el hierro, zinc &c. se consigue gas inflamable. (*Véase* Gas inflamable.)

* Espiritus vitales. En el cerebro se hallan dos substancias, una blanda y esponjosa llamada *substancia cenicienta* ó *cortical*, y otra mas dura y que tira á blanca, que se llama *substancia callosa*: ambas estan separadas en diferentes capas, y atravesadas por una infinidad de agujeros, que van en disminucion á medida que se acercan al centro oval, de que hemos hablado en su lugar. Una gran parte de la sangre que sale del corazon va por las arterias hasta la substancia, ya cenicienta, ya callosa del cerebro, en donde las partículas mas sutiles se separan de las mas gruesas, pasando estas á las venas, y aquellas á los nervios en medio de los quales se halla un canal dispuesto á recibirlas. Este fluido infinitamente sutil forma los *Espíritus vitales*, sin cuyo auxílio el cuerpo no puede exercer ninguna funcion, ni el alma recibir la menor sensacion.

En las escuelas de Medicina se sostiene actualmente que los *Espíritus vitales* no se distinguen de la materia eléctrica: *Sauvages* pasa por el inventor de esta ingeniosa asercion, la que es natural y conforme á la experiencia. En efecto, si esta materia introducida en los nervios es un remedio contra las parálisis mas inveteradas, como lo prue-

ba-

bamos en el Artículo *Electricidad*, ¿quién puede dudar de que el fluido nervioso ó los *Espíritus vitales* sean la misma matéria que causa los fenómenos eléctricos? (Paulian, *Diccionario de Física.*) *

ESQUADRA y LA REGLA. (*La*) Nombre que se dió en la Astronomía á una de las Constelaciones de la parte austral del Cielo, colocada en gran parte en la Via láctea, entre el Lobo y el Ara baxo de la cola del Escorpion. Es una de las 14 Constelaciones nuevas formadas por la *Caille*, según las observaciones que hizo durante su mansion en el Cabo de Buena-Esperanza; de la que dió una figura muy exàcta en las *Memorias de la Real Academia de las Ciencias*, año de 1752, *Lám.* 20; y se compone de la *Esquadra y Regla* del Arquitecto.

De esta Constelacion solo vemos una de las extremidades de la *Regla*; pues las demas estrellas que la componen tienen una declinacion meridional demasiado grande para poder salir respecto de nosotros.

* ESQUELETO. Dáse este nombre en la Anatomía al conjunto de todos los huesos de los cuerpos, despojados de sus tegumentos, músculos, vasos &c., pues estos huesos pueden quedar unidos y articulados entre sí por sus propios ligamentos, ó por otros artificiales: en el primer caso el *Esqueleto* se llama *natural*, y *artificial* en el segundo.

Comunmente se divide el *Esqueleto*, sea qual fuere, en *cabeza*, *tronco* y *extremidades*.

La cabeza se divide en *cráneo* y *cara*: el cráneo es una caxa huesosa, que encierra al cerebro, cerebelo y medula oblongada: se compone de ocho huesos, unidos entre sí de un modo particular, que se llama *sutura*: los dientes de dos sierras que se uniesen por una y otra parte, darian una idea de la articulacion de los huesos del cerebro.

Estos huesos son, por la parte anterior, el *coronal* ó el *frontal*, porque forma la frente; por la lateral los dos *temporales* ó los huesos de las sienes; por la superior los dos

parietales; por la posterior el *occipital*; y por la inferior el *esfenoide* y el *etmoide*.

Estos huesos se componen de dos tablas separadas una de otra por una substancia esponjosa llamada *diploé*: estas dos tablas se separan una de otra hácia el borde del hueso coronal, y con esta separacion forman dos cavidades, una de cada lado sobre cada órbita del ojo; y se llaman los *senos frontales*, en los que se separa, en gran parte, y se junta la serosidad espesa que se evácua por la nariz.

No nos detendrémos en describir las demas particularidades, como las eminencias y cavidades que se advierten en este hueso y en los demas, porque esto pertenece especialmente al Anatómico, y al que por su profesion necesita conocer con perfeccion la estructura del cuerpo humano, por lo que solo hablarémos de lo que no debe ignorar el Físico para explicar las funciones de la Economia animal.

Por esta misma razon no insistirémos en la estructura y forma de los parietales, y únicamente dirémos que sirven de atadura en su reunion á una parte del *seno longitudinal superior*, que es una especie de vaso formado por la *dura mater*, y que arrastra sobre la superficie superior del cerebro; que cada uno de estos huesos está agujereado en su ángulo interior é inferior, para dar entrada en el cerebro á una pequeña arteria que se ramifica en él, y que se llama la *arteria de la dura mater*.

Igualmente dirémos hablando del *occipital*, que está atravesado por un gran agujero hácia su parte inferior, y que por esta abertura sale del cráneo la medula oblongada para ir al canal de la espina. Tambien observarémos que este hueso concurre por unas escotaduras que se advierten de cada lado del gran agujero de que acabamos de hablar, á formar lo que se llama las *hendiduras rasgadas posteriores*, por las que salen las *venas yugulares*.

Los dos *temporales* exîgirian una descripcion muy extensa; pero solo observarémos que en el grueso de estos huesos, y en una considerable eminencia que en ellos se ad-

advierte llamada la *roca*, se hallan las partes que constituyen el órgano del oido. (*Véase* OREJA.) Tambien se nota en ella un conducto llamado *canal carotide*, por el que entra en la arteria del mismo nombre en el cráneo; y un pequeño conducto huesoso que comunica con la boca, y se llama *trompa de Eustaquio*, por el que le descubrió, y que facilita el oir á ciertos sordos. (*Véase* OREJA.)

No insistirémos mas en el hueso *esfenoide*, llamado tambien *basilar*, porque forma una parte de la base del cerebro, solo dirémos que se notan 1º dos aberturas considerables llamadas *orbitarias*, porque comunican con las *órbitas* de los ojos: 2º doce agujeros, seis de cada lado, para el paso y salida de los nervios: 3º muchas eminencias que forman, con su reunion, una cavidad que se llama la *silla turcica*, en que está alojada la glándula pituitaria: 4º dos senos ahuecados en el espesor de este hueso, y baxo de la silla turcica. Estos senos llamados *esfenoidales*, comunican con la nariz adonde llevan con los senos frontales una porcion del excremento que allí separa la membrana pituitaria.

El *etmoide* está atravesado en su lámina interior por una asombrosa multitud de agujeritos, y por lo mismo se llama el *hueso criboso*; está alojado en una escotadura del hueso coronal; penetra adentro de la nariz en donde forma dos especies de trompetillas considerables; y por los agujeritos de que acabamos de hablar van los nervios *olfáticos* á ramificarse sobre la membrana pituitaria.

La cara se compone de dos mandibulas, superior é inferior. La primera comprehende trece huesos, á saber, los dos *maxilares*, en cuya union se advierte detras de los dientes incisivos un agujerito conocido con el nombre de *fretum Stenonis*, que da paso al nervio *gustativo*.

2º Los dos *huesos propios de la nariz*, cuya bóveda componen.

3º Los dos *láminas inferiores de la nariz*.

4º Los dos *huesos unguis* situados por una y otra parte

 en

en el ángulo interno del ojo, y en que está abierto un canalito que comunica con la nariz, y se llama el *conducto lacrimal.*

5º Los dos huesos de la *manzanilla*, que forman las mexillas.

6º Los dos huesos del *paladar.*

7º Finalmente, el *vomer*, que concurre á la formacion del septo de la nariz.

La mandíbula inferior se compone de un solo hueso.

Cada mandíbula está guarnecida de 16 dientes, que se distinguen en *incisivos*, *caninos* y *molares*. (*Véase* DIENTES.) Aquí es preciso añadir un hueso particular que se halla en el fondo de la boca, y sirve de apoyo á la lengua: llámase el hueso *hyoide.*

El tronco que forma la segunda parte del *Esqueleto* se divide en *espina*, *pecho* y *caderas.*

La *Espina* se compone de 24 vértebras, divididas en 7 cervicales, porque forman el cuello; 12 dorsales, que corresponden á la longitud de la espalda; y 5 lombares, que corresponden á la region de los lomos. Baxo de estas vértebras se observa un hueso bastante voluminoso, que se llama el *sacro*, que termina por un apéndice llamado el *cocix.*

Todas las vértebras, á excepcion de la primera del cuello, tienen un cuerpo formado de una substancia esponjosa detras del qual hay un agujero; ademas, tienen muchas apofises; las de detras se llaman *espinosas*, por su figura, y juntas concurren á formar lo que vulgarmente se llama *el espinazo*: son sumamente salientes, y hacen como maravillosos esos movimientos particulares, esas vueltas forzadas que dan ciertas personas que doblan el cuerpo en forma de arco de delante hácia atras; pero debe observarse que las apofises espinosas solo á la larga adquieren su consistencia y dimensiones; pues en la primera edad casi no se distinguen, y únicamente consiguen toda su dureza con el tiempo, y por lo mismo no se verifican estos arcos sino en la juventud.

Ademas de esto cada vértebra tiene lateralmente quatro

tro hendiduras, dos superiores y dos inferiores: las de una vértebra se reunen á las semejantes á la que le es superior é inferior, y de este modo forman un agujero por cada lado, que se llaman los *agujeros de las conjugaciones*, por los que (pues reynan en todo lo largo de la columna de la espina) salen de una y otra parte los nervios vertebrales, para derramarse en las diferentes partes del tronco.

Las vértebras del cuello tienen de particular, que las apofises laterales estan perforadas, y forman con su union una especie de canal, en el que entran los vasos que se derraman en la cabeza, y allí estan libres de las compresiones que podrian experimentar en los movimientos del cuello.

La primera vértebra del cuello solo es una especie de anillo; no tiene apofise espinosa; y se llama *atlas* porque sostiene á la cabeza. La segunda trae anteriormente y sobre ella una apofise en forma de diente que se llama *odontoide*, sobre la que executa la cabeza, como sobre un quicio sus movimientos de rotacion; en cuyo caso la primera vértebra se mueve sobre la segunda.

Estando todas las vértebras colocadas unas encima de otras, los agujeros que se observan detras de la parte á la que hemos llamado el cuerpo de la vértebra, se reunen y forman un canal que siempre va en disminucion desde el gran agujero que se advierte en el hueso occipital, en donde tiene su orígen, hasta la extremidad del hueso *sacro* en que termina. Este canal está tapizado por un ligamento muy fuerte que forma una especie de embudo al que va á parar la produccion de la medula oblongada que sale por el gran agujero occipital, y entonces toma el nombre de medula de la espina, de donde parten treinta pares de nervios que se distribuyen á diferentes partes del cuerpo. Las piezas que concurren á formar este canal estan unidas entre sí por muchos cartílagos intermedios, y por otros muchos laterales, y ademas por varios ligamentos, que fortifican la articulacion de las vértebras.

Al espesor, cantidad y flexîbilidad de los cartílagos inter-

ter-

termedios se acostumbra atribuir un fenómeno que todo el Mundo puede verificar, y es el que sigue: obsérvase comunmente que uno es mas alto por la mañana, quando se levanta, que por la tarde al tiempo de acostarse, suponiendo tambien haber crecido en el discurso del dia.

Esto proviene, dicen, de que habiendo cargado todo el peso del cuerpo, durante el dia, sobre los cartílagos intermedios de las vértebras, y habiendo cedido estos cartílagos insensiblemente á este peso, han disminuido de espesor; y esta disminucion, poco sensible para cada cartílago en particular, lo llega á ser para el conjunto de todos los cartílagos; pero como gozan de un gran resorte, se restablecen todo el tiempo del reposo de la noche, durante el qual estan libres de dicha compresion.

Un Académico célebre de Estockolmo no tuvo por suficiente esta razon para explicar toda la intensidad de este fenómeno; y pretendió añadir tambien las alteraciones que sobrevienen á los cartílagos que entran en las articulaciones de los huesos largos; con lo que parece explica bastante bien no solo el fenómeno de que aquí se trata, sino tambien esa especie de acortamiento, esa disminucion en la altura ordinaria que se nota en las personas de cierta edad: á la verdad que son menores de lo que eran en la flor de su vida. *Véanse sobre este particular las Memorias de la Academia de Estockolmo, 1 quart. an. de 1755.*

El sacro, que sirve de base á la columna vertebral, tambien se compone de muchas vértebras reunidas con el tiempo, y presenta un fenómeno que no debe ignorar el Físico. En todo lo largo del sacro hay un canal que no es mas que continuacion del que se llama *conducto vertebral*; y en este mismo canal termina aquella substancia medular á la que hemos llamado *medula de la espina*. Hay algunas personas en quienes está abierta la parte huesosa del canal del sacro, con lo que es fácil concebir quantas caídas de esta clase de personas llegan á ser peligrosas, quando da el sacro contra algunos cuerpos duros capaces de comprimir la

me-

medula de la espina que contiene. Verificándose esta compresion en los nervios que en él se hallan, suele paralizar á estos nervios, y por consiguiente, las partes encerradas en las caderas, á las que se distribuyen dichos nervios. Así, es que se han visto exemplares de sugetos que solo han sobrevivido dos ó tres dias á semejantes caidas desgraciadas: esto manifiesta quan imprudente es retirar la silla quando alguno va á sentarse.

Considerando la disposicion del conjunto de todas las partes de la espina, se conoce de repente la mano que la formó; pues en efecto reune tres qualidades que por lo comun no se juntan: al mismo tiempo es sólida, ligera y flexîble.

El canal de la espina recibe una substancia que exîge el mayor cuidado, porque la menor compresion que experimentase la medula de la espina, causaria un trastorno muy notable en la economía animal: luego era indispensable un conducto huesoso para libertar á esta substancia de las injurias de los cuerpos extraños que pudiesen ofenderla.

Este canal huesoso no podia ser de una sola pieza, porque entonces no hubiera podido prestarse á todos los movimientos que continuamente tiene que executar el cuerpo del hombre: luego era absolutamente necesario que fuese de muchas piezas, para que cada una tuviese poco espesor, no á la verdad para executar los movimientos de flexîon, de extension y de lado; sino para que las partes de este canal, moviéndose y doblándose unas sobre otras, no formasen ángulos demasiado agudos, pues en tal caso, reuniéndose unas á otras, comprimirian con fuerza la medula de la espina en la cavidad del doblez que formarian, y á proporcion se estiraria en la convexîdad de este mismo doblez: luego sobre todo para remediar este inconveniente, y para satisfacer al mismo tiempo á los movimientos de la espina la compuso de tan gran número de vértebras el Autor de la Naturaleza; pues esta estructura abraza completamente las qualidades que siguen.

1º

1º Es en gran manera sólida, y su solidez proviene de la disposicion de sus partes, y de la multitud de los lazos firmes que las unen.

2º Por las mismas razones es sumamente móvil.

3º Es muy ligera; porque cada vértebra está perforada por un gran agujero, y por la mayor parte solo se compone de una substancia esponjosa.

El pecho, llamado tambien el *torax*, se compone de 24 costillas, y del *externon*. Estas costillas que son 12 de cada lado, se distinguen en verdaderas y en falsas: las 7 superiores son de la primera clase, y las 5 inferiores de la segunda; cuya diferencia se toma de su union. Las verdaderas se articulan inmediatamente en el externon, y las falsas unas á otras: estan unidas por medio de los cartílagos y de los ligamentos, y dexan entre sí espacios llenos de músculos que las dan su movimiento de elevacion y de baxada que les conviene, y que, atendida su situacion, se llaman *músculos intercostales*. Esto manifiesta, que las costillas falsas jamas llegan al externon; pues anteriormente dexan un espacio vacío, que permite se extienda el estómago quando está lleno de alimentos, y solo sirven para defender las vísceras que encierran de los ataques de los cuerpos extraños.

El *externon* forma la parte anterior del pecho, y se compone de muchas piezas que se unen de tal modo con el tiempo, que componen un solo y único hueso: termina con una pequeña eminencia sensible en lo que se llama la curvatura del estómago, á cuya eminencia se ha dado el nombre de apéndice *xifoide*.

Las caderas forman la capacidad del baxo vientre; se componen de tres huesos, dos grandes llamados *innominados*, que constituyen las partes laterales y anterior de esta cavidad: la posterior consta de un hueso de que ya hemos hablado antes, y es el sacro. Los huesos innominados se dividen en tres partes muy sensibles, que se distinguen muy bien en los jóvenes; pero que de tal modo

se

se reunen con el tiempo, que apenas pueden divisarse. Estas partes son los huesos de los costados, uno de cada lado, que forman lo que vulgarmente se llama las nalgas, los dos huesos *ischîon*, y los dos huesos pubis que componen anteriormente las caderas.

Las extremidades se distinguen en *superiores* y en *inferiores*; las superiores se dividen en *hombro*, *brazo*, *antebrazo y mano*.

El *hombro* se compone de dos huesos, el uno situado posteriormente, llamado *omoplato*; y el otro anteriormente, y se llama la *clavícula*: el *brazo* es de un solo hueso, llamado *humero*, y el antebrazo de dos, el *rayo* y el *codo*.

La *mano* se divide en tres partes, *carpo*, *metacarpo* y *dedos*; el *carpo* se compone de ocho huesos dispuestos en dos filas.

El *metacarpo* es de quatro huesos, triangulares con irregularidad, y forman lo que llamamos la *palma de la mano*.

Los dedos se componen de tres partes, conocidas baxo del nombre de *falanges*.

Las extremidades inferiores comprehenden quatro partes, el *muslo*, la *rodilla*, la *pierna* y el *pie*.

El muslo es de un solo hueso, que se llama el *femur*.

La rodilla de un solo hueso llamado *rótula*.

La pierna comprehende dos huesos, la *tibia* y el *peronéo*; el primero, mucho mas grueso, forma anteriormente una línea saliente que se llama la *cresta de la tibia*.

El pie se divide en tres partes, *tarso*, *metatarso* y *dedos*.

El *tarso* se compone de 7 huesos: el *astrágalo*, que encierra el codo del pie; el *calcáneo*, que constituye el talon; el *escafoide*, ó el *navicular* atendida su forma; y los 3 *cuneiformes*, porque estan encaxonados como cuñas entre sí, y los huesos inmediatos.

El *metatarso* se compone de 5 huesos, todos triangulares con irregularidad.

Cada *dedo* se compone de tres piezas llamadas falanges, exceptuando sin embargo el primero, que solo tiene dos.

Ademas de los huesos que acabamos de indicar, y que forman la armazon del cuerpo humano, todavia hay muchos que no se hallan en todas las personas, y son los huesos *vormianos*, y los *sesamoidéos*. Los primeros estan situados en las suturas del cráneo, y traen su nombre del Anatómico *Vormio*, á quien se atribuye su descubrimiento.

Los huesos *sesamoidéos* se encuentran principalmente en las articulaciones de los dedos y de los pulgares, y se llaman *sesamoidéos* por su figura, que es muy parecida á la de la semilla del *sésamo*: su uso consiste en aumentar la fuerza de los tendones, y en facilitar sus movimientos como lo hace la rótula en las extensiones de la pierna. Sigaud de la Fond, *Dicc. de Física*. *

* ESTACION DE LOS PLANETAS. Reposo aparente de los planetas. Llámase *Estacionario* un planeta, que visto desde la Tierra, parece no muda del lugar durante algun tiempo, y que siempre corresponde al mismo punto del Cielo. Entre el movimiento directo y el movimiento retrógrado de los planetas, hay un instante de reposo, un tiempo durante el qual parece que el planeta no se mueve, esto es, en que parece no adelanta ni atrasa en el Zodíaco; finalmente, un tiempo en que parece estacionario; en cuyo caso dexa de ser directo; y está próxîmo á ser retrógrado; pero ni es lo uno ni lo otro; sino que se halla en el punto de reunion en que se tocan los arcos de direccion y de retrogradacion; lo que se llama *Estacion*. Mientras queda el planeta en su estacion, le vemos en el mismo grado del Zodíaco, esto es, la línea tirada desde nuestro ojo por el centro del planeta, se dirige siempre hácia el mismo grado del Zodíaco; y por consiguiente el planeta conserva durante todo este tiempo la misma longitud geocéntrica, aunque en realidad mude de longitud heliocéntrica.

En

En cada revolucion sinódica de los planetas hay dos estaciones; una inmediatamente antes que el planeta sea retrógrado, y otra en el momento en que dexa de serlo; lo qual sucede quando las líneas, segun las que se ve, desde la tierra á un planeta colocado en dos lugares diferentes de su órbita, son paralelas entre sí; porque entonces los dos lugares en que se ve al planeta en el cielo, son sensiblemente uno mismo, á causa de la pequeñez del rayo del Orbe terrestre en comparacion de la distancia de las estrellas, que es inmensa. Por exemplo, esto sucede para Venus en el tiempo que va desde el punto *i* al punto *L* de su órbita, y con corta diferencia otro tanto despues de su retrogradacion. No es dificil comprehender que las líneas, segun las que se ve, desde la tierra *M*, al planeta de Venus desde *i* hasta *L*, son sensiblemente paralelas.

No duran mucho los *Estaciones* de los planetas; ni tampoco son siempre iguales los tiempos de cada una de ellas; porque las órbitas de los planetas no son círculos que tengan al Sol por centro, y sí elipses uno de cuyos focos ocupa el Sol, y en los que los planetas no se mueven uniformemente. En la tabla siguiente se hallará la duracion, con corta diferencia, de las *Estaciones* de los planetas.

TABLA DE LA DURACION DE LAS ESTACIONES DE LOS PLANETAS PRIMITIVOS.

Nombres de los Planetas.	*Duracion de las Estaciones.*
Mercurio.	cerca de ½ dias.
Venus.	. . . . 1½
Marte.	 2
Júpiter.	 4
Saturno.	 8
Herschel.	desconocida.

Para explicar estas desigualdades en el sistema de *Toloméo*, era preciso hacer mover á cada planeta en un epiciclo, por un movimiento que dependia de la longitud del año, y que era diferente para cada planeta; á cuyo fin se discurriéron explicaciones muy ingeniosas; pero que aunque muy complicadas, no bastaban siempre. Toda esta complicacion de movimientos por fortuna ha desaparecido en el sistema de *Copérnico* que limpió de ellos á la Astronomía, suponiendo al Sol en el centro de nuestro sistema planetario, y atribuyendo á la Tierra un movimiento de rotacion sobre su exe, y un movimiento annuo al rededor del Sol. (Brisson, *Trat. Elem. de Física.*) *

ESTACIONARIO. Nombre que se da á un planeta todo el tiempo que pasa entre el movimiento en que dexa de ser directo, y el en que llega á ser retrógrado, durante cuyo tiempo el planeta nos parece siempre en el mismo punto del Zodíaco, y que tiene la misma longitud geocéntrica, aunque en realidad mude de longitud heliocéntrica. (*Véase* Estacion de los planetas.)

* ESTACIONES. Nombre que se da á las quatro partes

tes del año dividido relativamente á la posicion de la Tierra, respecto del Sol: y son la *primavera*, *el estío ó verano*, el *otoño*, y el *invierno*. Para un lugar qualquiera es verano quando el Sol se halla al mediodía lo mas cerca de su zenith que es posible relativamente á su latitud: es invierno quando el Sol á mediodía dista quanto es posible de su zenith: es primavera quando el Sol, acercándose á su zenith, ha llegado á una altura meridiana media entre su mayor y su menor para aquel lugar; lo que sucede en el tránsito del invierno al verano: y es otoño quando el Sol, alejándose de su zenith, ha llegado á una altura meridiana media entre su mayor y su menor; lo qual sucede pasando del estío al invierno.

Para entender bien la explicacion de la mutacion de las *Estaciones*, es preciso saber que el exe de la Tierra está inclinado á la eclíptica, en cuyo plano se halla la órbita de la Tierra 23 grados y medio; y que esta inclinacion es constante; de suerte, que la Tierra, en su revolucion annua al rededor del Sol, mantiene su exe en una situacion que siempre es paralela á ella misma, á lo menos con muy corta diferencia. (*Véase* PARALELISMO.)

La mutacion de las *Estaciones* consiste en que todos los paises de la Tierra, situados baxo del trópico de Cáncer, ó á 23 y medio grados de latitud septentrional, vean pasar al Sol por su zenith á mediodía el dia de nuestro solsticio de verano; y en que al contrario, todos los paises situados baxo del trópico de Capricornio, ó á 23 y medio grados de latitud meridional tengan al Sol en su zenith á mediodía el dia de nuestro solsticio de invierno; finalmente en que todos los paises situados baxo del equador, vean pasar al Sol por su zenith á mediodía los dos dias de los equinoccios. Para que estos efectos se verifiquen en el movimiento de la Tierra al rededor del Sol, debe estar colocada de modo que el rayo solar dirigido hácia la Tierra caiga perpendicularmente sobre el trópico terrestre de Cáncer el dia de nuestro solsticio de verano; sobre el trópico

co

co terrestre de Capricornio el dia de nuestro solsticio de invierno; y sobre el equador terrestre los dos dias de los equinoccios: pues para que estas incidencias de los rayos solares sean como acabamos de decir, basta que el exe de la Tierra esté inclinado 23 grados y medio al plano de la eclíptica: y que este exe conserve su paralelismo mientras dure la revolucion annua de la Tierra al rededor del Sol.

Sea *S* (*Lám. XCVIII*, *fig. 1.*) el Sol; *C* y *c*, dos puntos diametralmente opuestos del Orbe annuo de la Tierra; *C*, el punto en que se halla hácia el 21 de Junio: *c*, el punto en que halla hácia el 21 de Diciembre; *EF* ó *ef*, el diámetro del equador; *Cc*, el diámetro de la eclíptica, en la que está la órbita de la Tierra, y por consiguiente, en donde se halla siempre el rayo solar; *IH* ó *ih*, el diámetro de la eclíptica trazada sobre la Tierra; *GH* ó *gh*, el diámetro del trópico de Cáncer; *IK* ó *ik*, el diámetro del trópico de Capricornio; *PA* ó *pa*, el exe de la Tierra; *P* ó *p*, el polo norte; *A* ó *a*, el polo sur. Si el exe *PA* de la Tierra está inclinado de modo que el equador *EF* forme un ángulo de $23\frac{1}{2}$ grados con el rayo solar *SC*, esto es, con la eclíptica, el rayo solar caerá perpendicularmente sobre el punto *H* de la Tierra, distante del equador *F* $23\frac{1}{2}$ grados; es decir, todos los paises de la Tierra, situados baxo del paralelo, cuyo diámetro es *GH*, ó que tienen $23\frac{1}{2}$ grados de latitud septentrional, girando sobre su exe *PA* pasarán aquel dia, cada uno quando le corresponda, al punto *H*, y todos tendrán á mediodía al Sol en su zenith, y por consiguiente su verano: y desde el Sol se veria el polo septentrional de la Tierra.

Pasados seis meses la Tierra se hallará al otro lado del Sol *S*, en el punto *c* de su órbita diametralmente opuesto al punto *C*. Supongamos, pues (lo que en efecto se verifica), que el exe *pa* sea paralelo al exe *PA* de la situacion anterior, de suerte que esté inclinado la misma

can-

cantidad, en el mismo sentido, y hácia el mismo lado del Cielo que el hácia el qual estaba inclinado seis meses antes: entonces el rayo solar *S i c*, en lugar de corresponder al trópico de Cáncer en *g*, como en el primer caso, caerá perpendicularmente en *i* en el trópico de Capricornio *i k*, de modo que todos los paises de la Tierra, situados baxo del paralelo cuyo diámetro es *i k*, ó que tienen $23\frac{1}{2}$ grados de latitud meridional, pasarán aquel dia sucesivamente y uno despues del otro, al punto *i*, girando al rededor del exe *p a*, y todos tendrán al mediodía al Sol en su zenith, y por consiguiente su verano: y desde el Sol se veria el polo meridional de la Tierra.

Quando el rayo solar *SH* corresponde al trópico de Cáncer *GH*, y es perpendicular al punto *H*, todos los paises situados del lado del polo árctico *P*, ó en el hemisferio boreal de la Tierra, tienen su verano, porque reciben los rayos solares lo menos obliquamente que les es posible; al paso que los paises situados en el hemisferio austral tienen su invierno; pero mediante el movimiento annuo de la Tierra al rededor del Sol, correspondiendo el rayo solar *S i* al trópico de Capricornio *i k*, y habiéndole llegado á ser perpendicular en *i*, todos los paises situados hácia el norte del lado del polo árctico *p* tienen su invierno, porque reciben los rayos solares, lo mas obliquamente que les es posible; quando los paises meridionales, ó que estan situados del lado del polo antárctico *a*, tienen su verano.

En quanto á la primavera y al otoño, claro está que se verificarán en el tránsito del invierno al verano, y de este al invierno: porque el exe *PA* ó *p a*, quedando siempre paralelo á sí mismo, y correspondiendo siempre el rayo solar perpendicularmente á uno de los puntos de la circunferencia del círculo cuyo diámetro es *IH*, ó *i h*; quando la Tierra, adelantando en su órbita, llegue á 90 grados de los puntos *C* ó *c* (lo qual se verifica hácia el 20 de Marzo y el 22 de Septiembre), el rayo solar caerá per-

pen-

pendicularmente sobre el punto de interseccion *C* ó *c* del equador *EF* ó *ef*, y de la eclíptica *IH* ó *ih*; con lo que es fácil ver que la inclinacion del exe de la Tierra al plano de la eclíptica y su paralelismo constantes, ocasionan las mutaciones de las *Estaciones*. (Brisson, *Trat. Elem. de Física.*) *

ESTALACTITAS. Concreciones *térreo-aquosas*, cuya forma y color varian, ya por el modo con que se producen, ya por la materia que entra en su composicion; bien que casi siempre son *calcáreas*, aunque se hallan de diferente naturaleza, segun son las substancias que puede disolver y arrastrar consigo el agua, pues siempre son efecto de un xugo pétreo al que sirve la misma agua de vehículo, y que depone á medida que se evapora. Las partes de este xugo, ó, mejor, las partes lapidíficas se unen íntimamente por *justa-posicion* á las paredes interiores de los lugares bien saturados de agua. Estas concreciones se advierten con mas freqüencia en las bóvedas de las grutas y cavernas, en donde abundan y quedan suspendidas del mismo modo que los copos suelen pegarse en invierno á los tejados de las casas: tambien se ven de esta especie, pero de diferente figura, en las paredes de las galerías de las minas, y apiñadas en las inclinaciones de los montes ó canteras, cuyo suelo está mas ó menos expuesto al ayre libre.

Pero, hablando solo aquí de las que se conocen mas generalmente con el nombre de *Estaláctitas*, digo, que son cristalizaciones ramosas, que tienen la forma de redes ó florones piramidales, ó que se parecen á cirios inversos y pegados por sus bases á las bóvedas de los peñascos. Estas cristalizaciones se producen por la infiltracion de las aguas cargadas de un xugo pétreo; la que se hace gota á gota, desprendiéndose la parte térrea poco á poco por medio de la evaporacion del vehículo aquoso, y por el contacto del ayre, y quedando pegada á la bóveda. Algunas veces se componen de capas concéntricas; otras de capas excéntricas, cuya dureza y grado de incremento se deben á la casuali-

lidad: pero las de que aquí se trata son mas ó menos blancas, y su texido es mas ó menos fino y compacto, alargándose por la misma razon que aumentan en volúmen. Quando comienzan á formarse no son mayores que el cañon de una pluma, siendo su medida la gota que las engendra; en cuyo caso estan agujereadas por en medio, pero pronto se obstruyen y se cierran en parte. No hay cosa mas curiosa que ver y seguir á la Naturaleza en esta operacion, lo que puede conseguirse en las grutas de Caumont, cerca de Ruan, en las de Arcy, no lejos de Auxerre, en una caverna de la isla de Menorca, y en otros muchos parages.

Si las *Estaláctitas* siguiesen formándose por el tubo de que acabamos de hablar, podrian mirarse como producidas por *intus-susccepcion*, en lo que se diferenciarian de las producciones minerales; pero obstrúyase ó no el tubo, siempre se forman por *justa-posicion*, en razon del xugo lapidífico que cae sobre su superficie, y adhiere á ella.

Quando se las quiebra, no siempre se hallan en el lugar de su fractura estrías circulares y lisas, pues se componen de agujas perpendiculares á su exe, desde donde van ensanchándose y divergiendo hácia la superficie. Sin embargo, sus progresos se descubren por capas sucesivas que parecen mas ó menos unidas unas á otras, alargándose muchas veces la *Estaláctita* de tal modo que al fin su punta llega al suelo inferior. No dexan de verse en ciertas grutas algunas que forman una serie de columnas muy agradable á la vista.

Des Sauvages dice que observó que en todas las estaciones del año estaban secas por la superficie, exceptuando la punta de donde pendia la gota, como se ve en muchas grutas llenas de *Estaláctitas*, así en Inglaterra, como en Córcega, en los Pirinéos, y en los Alpes; cuyas grutas se hallan en los costados de las montañas llenas de *Estaláctitas* muy largas y menudas, casi siempre húmedas por la punta.

Bomare, que verificó estas observaciones en todos los lugares citados, añade que siempre le pareció que estas cristalizaciones se habian formado por las aguas á que llamó *intercalares*, poco cargadas de xugos pétreos; siendo de presumir, añade, que esta especie de aguas estan mas expuestas que las demas á hacer que las *Estaláctitas* varíen de forma y de figura. Tambien observó, sigue, que las aguas que contienen muchas moléculas pétreas forman con muchísima prontitud *Estaláctitas* que solo estan mojadas en su extremo piramidal en los primeros tiempos de su acrecentamiento; y que al contrario, toda su superficie está mojada, quando se obstruye el agujero del centro, y se empasta mas la *Estaláctita*. Si el canal que es el exe de la *Estalactita* tuviese muchas gargantitas en su continuidad, refluyendo entonces el agua pétrea se derramaria por sus diferentes salidas, y coagulándose formaria varitas ó ramas pétreas que se cortarian entre sí con mas ó menos regularidad. Todo esto, añade, se observa muy bien en estas *Estaláctitas* blancas y brillantes de los Pirinéos, á que llaman algunos Curiosos *flos ferri*. Sigaud de la Fond, *Dicc. de Fisic.* *

* ESTALAGMITAS. Concreciones bastante parecidas á coliflores ó á criadillas de tierra, formadas de muchos pezones pétreos, redondeados exteriormente, algunas veces desiguales, pero siempre compuestos en su interior de agujas cristalizadas y covergentes al centro por su punta.

Estas concreciones varian de magnitud y dureza; son de un grano mas ó menos fino, mas ó menos compacto; imitan algunas veces grupos de cristales informes; ya son transparentes, ya opacas; algunas se ven adheridas á las bóvedas de los peñascos; mas estas no deben llamarse verdaderas *Estalágmitas*, y sí las que estan como implantadas en el suelo, y opuestas á las estaláctitas correspondientes, que se forman por el agua que cuela de la bóveda, que se precipita lo largo de la estaláctita, trayendo consigo una porcion del xugo lapidífico. Suelen de un dia á

otro

otro engrosarse como las estaláctitas, y aun llegan á tal grado, que muy pronto llenan el espacio en que se acumulan. De este modo, dice *Bomare*, se produce el alabastro, que, hablando con propiedad, es una estaláctita, ó una *Estalágmita* calcárea. Las manchas irregulares que en él suelen observarse, provienen de las gotas coloridas que han destilado por vías separadas, y alternativamente.

Estas producciones presentan á la vista del Naturalista una multitud asombrosa de variedades, que pueden verse en el Artículo *Caverna*. (*Véase* CAVERNA.) (Sigaud de la Fond, *Dicc. de Física.*) *

ESTAÑO. Metal blanco que se acerca al color de la plata. El *Estaño* no es enteramente tan blanco como el plomo; pero sí mas que el oro, la plata, el cobre y el hierro: es bastante dúctil, como lo manifiesta el uso que de él se hace para estañar, y las hojas delgadas á que se le reduce; mas no tanto como el oro, la plata, el cobre y el plomo. Tiene mas elasticidad que el plomo, y menos que el hierro, el cobre, la plata y el oro: despues del plomo es el menos tenaz de todos los metales, pues un hilo de *Estaño* de un décimo de pulgada de diámetro solo puede sostener, sin romperse, un peso de 49 libras. Es mas sonoro que el plomo y el oro, y mucho menos que el cobre, la plata y el hierro: de suerte que por sí mismo no es muy sonoro; pero quando se le alea con otros metales, les vuelve mas sonoros; y tambien adquiere esta propiedad quando se le junta otro metal ó semi-metal: luego es un error creer que quanto mas sonoro es el *Estaño*, tanto mas puro es.

El *Estaño* es entre todos los metales el que mas fácilmente entra en fusion al fuego, pues se derrite con mucha prontitud; y despues de la fusion una parte se convierte en vapores ó en humo, mudándose la otra en una ceniza ó cal gris llamada *Estaño* calcinado, que sirve para pulir, y dar el color de plomo á las ollas; y si se aumenta

el fuego, toma esta cal el color de un vidrio opalo. Quando se mezcla esta ceniza gris con vidrio de plomo ó qualquiera otro, le vuelve opaco y de un color de leche, como lo harian los huesos calcinados.

El *Estaño* es algo mas fixo al fuego que el plomo, pero mucho menos que el oro, la plata, el hierro y el cobre; no se enroxece al fuego sino despues de haber entrado en fusion, aunque para esto es menester darle un grado de fuego violento. Derritiendo limaduras de *Estaño* á la llama de una vela, da un color azul á la llama, y despide un olor de azufre y de ajo: si se derrite *Estaño* con nitro, hay detonacion, y por medio del espejo ustorio da un humo denso ó flores blancas: este metal se reduce primero á una ceniza blanca muy suelta, que despues se convierte en pequeños cristales ó hilitos cristalinos, que no puede derretir el espejo ustorio, á no juntarle materia grasa ó carbones, en cuyo caso los cristales se reducen de nuevo á *Estaño*.

El *Estaño* quando es bien puro no sufre alteracion alguna notable en el ayre ni en el agua; pero se disuelve en el aceyte de vitriolo, como tambien en el espíritu de sal, y poniéndole en digestion da ordinariamente, disolviéndose, un color amarillo: el agua fuerte le roe con una efervescencia considerable; bien que á pesar de esto se disuelve muy poco; pero si se vierte sobre él nueva agua fuerte, se precipita un polvo blanco, que se disuelve en el espíritu de sal. Mezclando sal amoniaca con ceniza ó cal de *Estaño*, si se tritura esta mezcla, el *Estaño* se vuelve soluble en vinagre concentrado, lo qual nunca sucederia sin esta preparacion. La ceniza de *Estaño* tambien se disuelve en el espíritu de sal amoniaca hecho por la cal viva, y despues se cristaliza: el álkali fixo obra en el *Estaño*, derritiéndole con este metal.

El *Estaño* se amalgama con el mercurio, como lo prueba el uso que de él se hace para azogar los espejos; pero no se amalgama con el mercurio tan fácilmente como el

oro,

oro, la plata y el plomo, y sí con mucha mas facilidad que el hierro y el cobre.

Quando el *Estaño* está aleado con otros metales, como oro, plata, cobre, les quita su maleabilidad y ductilidad, en términos, que un grano de *Estaño* basta para quitársela á un marco de oro. Poniendo hierro en *Estaño* derretido, estos dos metales se alean; pero si se pone *Estaño* en hierro fundido; el hierro y el *Estaño* se juntan en globulitos, que revientan y hacen explosion como granadas.

El *Estaño* se halla en la tierra, como todos los demas metales, pero muy rara vez puro y vírgen, estando las mas mineralizado con hierro y arsénico. Mineralizado de este modo se suele encontrar en cristales poliédros y de figura irregular, brillantes en la superficie, y con la mayor parte de sus extremidades ó ángulos truncados. Estos cristales pesan mas que las otras minas, y con todo no son muy duros; quando se les machaca, se vuelven roxos; no se derriten al fuego sin adicion; pero se quiebran en él, estallan, y en el exterior se vuelven blancos y cubiertos de un baño harinoso; lo que proviene del arsénico con que estan mezclados, y cuyo olor fuerte despiden. Estos cristales son de diferentes colores: hállanse blancos, de color de oro, roxizos, morenos ó de color de granate, negros y transparentes; bien que los de color de oro son sumamente raros, y los negros son los mas ricos en *Estaño.* Tambien suele acontecer que estos cristales estan envueltos en mineras de diferentes especies; en cuyo caso tiene la mina un color que tira á roxo, ó está como enmohecido, y se parece bastante á una mina de hierro: no es en sumo grado dura, pero bastante pesada; se caldea al fuego, y quando se la machaca despide un olor arsenical.

El *Estaño* que nos viene de Inglaterra es el mejor y menos cargado de hierro; y con todo no dexan, antes de trabajarlo, de mezclarle ya con zinc, de que toman una parte para ciento de *Estaño*, ya con zinc y régulo de anti-

ti-

timonio, ya con bismuto ó cobre; que es lo mas comun. *Geoffroy (Mat. Med. Tom. 1. pág. 282)* dice que se divide en tres partes la barra ó pan de *Estaño*, que se ha sacado de la mina, y despues se ha refinado; que la parte superior, como la mas blanda, se mezcla en la proporcion de tres partes de cobre sobre cien partes de *Estaño*; la parte de en medio con dos partes de cobre sobre ciento de *Estaño*; la parte inferior en la proporcion de diez y ocho partes de cobre sobre ciento de *Estaño*; y que esto es lo que hace tan sonoro al *Estaño* de Inglatera, y lo que le conserva su brillantez: todos los *Estañeros* mezclan ademas plomo con el *Estaño*.

Conócese facilmente si el *Estaño* está mezclado con algunos otros metales, 1º mordiéndole; porque quanto mas puro es, mas chilla quando se le muerde; 2º por medio de la balanza hidrostática; pues quanto mas pesa, menos puro es.

El *Estaño* se bate y se reduce á hojas ó chapas delgadas; algunas se dexan blancas; á otras se las colorea de roxo, amarillo, negro, verde, azul &c., y entonces se le llama *Estaño en hoja colorido*.

Con el *Estaño* tambien se hacen composiciones que imitan el oro y la plata, siendo esta última blanca y del color de la plata. Hay muchos modos de hacerla, pero el mejor es mezclar parte y media de *Estaño* con otro tanto bismuto; juntarles dos partes de mercurio despues que hayan entrado en fusion; y desleir al fin esta composicion con clara de huevo. La que imita al oro es de un amarillo color de este metal, y se hace con una amalgama de *Estaño* y de mercurio: tómanse seis partes de esta amalgama contra tres partes de sal amoniaca, y otras tres de azufre; mézclase el todo, y se pone á sublimar en una cucúrbita, ó en un matraz de vidrio; despues de lo qual la composicion llamada *aurum musivum* queda en el fondo de la vasija: esto manifiesta que el *aurum* y el *argentum musivum* son composiciones metálicas, cuya base es el *Estaño*.

ño. (*Véase Arte de la Vidrería de Kunckel, parte II, y á Pott, De Wismutho pág. 15.*)

El *Estaño* no se emplea puro en las diferentes Obras en que entra; siempre está aleado con plomo, en várias proporciones: algunas veces solo hay dos partes de *Estaño* y una de plomo; otras, tres, quatro, hasta diez; y quando hay mas se llama *Estaño de Inglatera ó de Leipsick.* Pero para asegurarse de la calidad de este metal en el comercio, debe tener, despues que se ha fabricado, dos, tres ó quatro marcas del contraste. El *Estaño* de dos marcas es el que tiene dos partes de *Estaño* y una de plomo; ni se permite á los *Estañadores* que le trabajen de menos liga: el *Estaño* de tres marcas se compone de 84 partes de *Estaño*, y de 17 partes de plomo, ó de unas cinco partes de *Estaño* y una de plomo: el de quatro marcas contiene 97 partes de *Estaño* y tres de plomo, y se llama comunmente *Estaño* de Inglaterra, aun quando hubiese venido de Alemania.

El *Estaño* es el menos pesado de todos los metales: quando es puro y se ha fundido simplemente, su peso específico es al del agua destilada, como 72914 es á 10000. Una pulgada cúbica de este *Estaño* pesa 4 onzas, 5 dracmas, 58 granos; y un pie cúbico pesa 510 libras, 6 onzas, 2 dracmas, 68 granos; y quando se le ha batido con fuerza, su peso específico es algo mayor, y es al del agua destilada como 72994 es á 10000. Luego aumenta con el batido cerca de $\frac{1}{912}$: luego la pulgada cúbica de este *Estaño* pesaria 4 onzas, 5 dracmas y 61 granos; y el pie cúbico 510 libras, 15 onzas, 2 dracmas y 45 granos.

En el comercio hay muchas especies de *Estaño*. El que se conoce con el nombre de *Estaño de Malaca*, que es el mas fino de todos, se acerca mucho al grado de pureza del de que acabamos de hablar: su peso específico es al del agua destilada, como 72963 es á 10000: una pulgada cúbica de este *Estaño* pesa 4 onzas, 5 dracmas y 60 granos;

y

y el pie cúbico pesa 510 libras, 11 onzas, 6 dracmas y 61 granos. Quando se ha batido mucho se aumenta algo su peso específico, y es al del agua destilada como 73065 á 10000: luego la pulgada cúbica de este *Estaño* pesaria 4 onzas, 5 dracmas y 64 granos; y el pie cúbico 511 libras, 7 onzas, 2 dracmas y 17 granos: luego su densidad aumenta con el batido $\frac{1}{716}$.

Ademas de esto los Alfahareros tienen otras quatro especies de *Estaño*, mas aleados unos que otros; á saber, el *Estaño nuevo*, el *fino*, el *comun*, y el llamado *clara-tela*: los dos primeros contienen mucha menos mezcla que los últimos, y el mas baxo tiene hasta un tercio de su peso de plomo.

El peso específico del *Estaño nuevo* es al del agua destilada, como 73013 es á 10000: una pulgada cúbica de este *Estaño* pesa 4 onzas, 5 dracmas, 62 granos; y el pie cúbico 511 libras, 1 onza, 3 dracmas y 47 granos. Quando se le ha batido mucho, su peso específico es al del agua destilada, como 73115 es á 10000: luego aumenta con el batido $\frac{1}{716}$. La pulgada cúbica de este *Estaño* pesaria 4 onzas, 5 dracmas y 66 granos; y el pie cúbico 511 libras, 12 onzas, 7 dracmas y 3 granos.

El peso específico del *Estaño fino* es al del agua destilada, como 74789 es á 10000: una pulgada cúbica de este *Estaño* pesa 4 onzas, 6 dracmas y 56 granos; y el pie cúbico 523 libras, 8 onzas, 2 dracmas y 68 granos. Pero quando se ha batido mucho, su peso específico es al del agua destilada, como 75194 es á 10000: luego aumenta con el batido cerca de $\frac{1}{185}$. La pulgada cúbica de este *Estaño* pesaria 4 onzas, 6 dracmas y 71 granos; y el pie cúbico 526 libras, 5 onzas, 5 dracmas y 59 granos.

El peso específico del *Estaño comun* es al del agua destilada, como 79200 es á 10000. Una pulgada cúbica de

de este pesa 5 onzas, 1 dracma y 5 granos; y el pie cúbico 554 libras, 6 onzas, 3 dracmas y 14 granos.

El peso específico del *Estaño* llamado *clara-tela* es al del agua destilada, como 84869 es á 10000. La pulgada cúbica de este pesa 5 onzas y 4 dracmas; y el pie cúbico 594 libras, 1 onza, 2 dracmas y 45 granos.

Estas dos últimas especies no mudan ó mudan muy poco de densidad por el batido, lo que proviene sin duda de que estan aleadas con mucho plomo, el que tampoco muda de densidad por este medio. Así es que se observa que el batido solo aumenta poco, y aun nada, la elasticidad de estos metales. (*Véase* Plomo.) (*Véanse tambien las Mem. de la Academ. de las Ciencias. Año de 1772, parte II, pág. 25 y sig.*

* El *Estaño* de los Plomeros contiene varios metales; la Ordenanza les permite mezclar un poco de cobre y bismuto; el primer metal le da dureza, y el segundo le hace volver á tomar el brillo alterado por el cobre, y le vuelve mas sonoro; los Alfahareros le mezclan con antimonio, zinc y plomo; el antimonio le endurece, el zinc le blanquea, y el plomo disminuye su valor. Importaria mucho poder conocer la naturaleza y proporciones de estas aleaciones: á *Bayen* y *Charlard* debemos los métodos siguientes.

Quando el *Estaño* contiene arsénico, la disolucion en el ácido muriático manifiesta un polvo negro, que es el arsénico separado del *Estaño*; este medio hace sensible la $\frac{1}{2042}$ parte de aleacion.

El *Estaño* contiene cobre; el ácido muriático que ataca al *Estaño* con facilidad, precipita al cobre en forma de un polvo gris, con tal que no haya exceso de ácido, y que la disolucion se haga en frio: tambien se precipita el cobre poniendo en la disolucion una lámina de *Estaño*.

El bismuto se descubre por el mismo método que el cobre.

Para conocer quando hay plomo, se emplea el ácido ní-

nítrico; este corroe al *Estaño*, y disuelve el plomo.

Los Estañeros tienen dos métodos de ensayar este metal.

I. *EL ENSAYO DE LA PIEDRA.*

Este se reduce á vaciar el metal en una cavidad semiesférica hecha en una piedra caliza, y terminada en una zanja; el Artífice observa con cuidado los fenómenos de la refrigeracion; y por ellos juzga de la pureza del metal, y tambien por el ruido ó chillido que hace la cola del ensayo quando la dobla.

II. *EL ENSAYO DE LA BALA.*

Este no es otra cosa que la comparacion del peso del *Estaño* puro, y del *Estaño* aleado, vaciado en un mismo molde.

A primera vista se conoce que estos métodos son falaces.

Los metales que son perjudiciales á la salud no se contienen en el *Estaño* en tanta cantidad que puedan ser dañosos; parece que *Margraaf* se dexó engañar de alguna circunstancia extraña, quando dice que el *Estaño* de Morlais contenia 36 granos de arsénico en cada media onza, pues esta cantidad es mas que suficiente para hacer al *Estaño* tan quebradizo como el zinc. *Bayen* y *Charlard* no encontráron arsénico en el *Estaño* de Banqua, ni en el de Málaca. El de Inglaterra á lo mas contiene de tres á quatro granos de arsénico en cada onza de metal; y aun suponiendo este *maximum*, no puede ser perjudicial á la salud el uso diario del *Estaño*, pues un plato que sirva todos los dias, y en que se halle el arsénico en la proporcion dicha, solamente pierde tres granos cada mes, que equivale á la 5760.ª parte de un grano de arsénico cada dia. Las experiencias que han hecho estos dos célebres Químicos con algunos animales, dándoles el arsénico mezclado con *Esta-*

taño en mucha dósis, y los resultados de estas experiencias deben quitar todo el temor que habia en el uso de este metal.

Solamente el uso del plomo puede ser perjudicial á la salud, porque los Alfahareros le mezclan en mucha cantidad.

La combinacion del *Estaño* con el azufre forma lo que se llama *el oro musivo*, ú *oro mosayco*. El mejor método de hacerle es el que describe el Marques de *Bullion*; se reduce á formar una amalgama de ocho onzas de estaño, y ocho de mercurio; para esto se calienta un mortero de cobre, y se echa en él mercurio; quando este está ya bien caliente, se echa encima el *Estaño* fundido, se agita y tritura esta aleacion hasta que se enfrie, y se mezclan seis onzas de azufre, y quatro de sal de amoniaco; se echa esta mezcla en un matraz, se coloca en un baño de arena, calentándole hasta que se ponga roxo obscuramente su fondo, y se da fuego por tres horas. De este modo se saca un buen oro musivo; pero si en lugar de poner el matraz en el baño de arena, se pone inmediatamente sobre el carbon, y se hace un fuego muy fuerte, entonces se inflama la mezcla, y se forma un sublimado en el cuello del matraz, que es el oro musivo mas hermoso. Por este método le he conseguido en unas escamas anchas hexâgonas muy brillantes.

No es absolutamente necesario el mercurio y la sal de amoniaco para hacer el oro musivo; pues el citado Marques de *Bullion* le ha hecho disolviendo ocho onzas de *Estaño* en ácido muriático, precipitándolo con el carbonate de sosa, y mezclando quatro onzas de azufre; pero este oro musivo no sirve para acumular el fluido eléctrico en la máquina, lo que prueba que este efecto se debe al mercurio; que en el método primero de hacer el oro musivo se halla en la proporcion de 6 á 1. Esta preparacion se usa mucho para dar un color hermoso al bronce, y para aumentar los efectos de la máquina eléctrica, untando con ella las almohadillas.

 El

El *Baròn de Kienmayer* dió á conocer una amalgama compuesta de dos partes de mercurio, una de zinc, y otra de *Estaño*; se funde el zinc y el *Estaño*, y se mezclan despues con el mercurio; esta mezcla se agita en una caxa de madera untada con greda, y se hace un polvo muy fino; con este, ó solo, ó mezclado con manteca se untan las almohadillas, cuya composicion hace un efecto asombroso en la máquina eléctrica.

La amalgama de *Estaño* es capaz de cristalizar: el método que indica *Sage* consiste en echar dos onzas de *Estaño* fundido en una libra de mercurio; echando esta mezcla en una retorta, y poniéndola en un baño de arena se le da un fuego muy fuerte por cinco horas; no se desprende mercurio alguno, y el *Estaño* se halla cristalizado sobre el mercurio que no se ha combinado; la parte inferior de esta amalgama se halla compuesta de cristales de color gris, brillantes en láminas quadradas, adelgazadas en sus bordes, dexando entre ellas muchas cavidades polígonas: para cristalizarse cada onza de *Estaño* retiene tres onzas de mercurio.

La amalgama de *Estaño* sirve para azogar los cristales, ó para hacer hojas de él; á cuyo fin se extiende sobre una mesa una hoja de *Estaño* de la magnitud del cristal, y encima se echa el mercurio, que se extiende con una brocha; entonces se reparte el mercurio por todo el *Estaño*, y forma una capa de mas de una línea de grueso; sobre esta capa se pone el cristal por una de sus caras, teniendo cuidado de tomar el nivel debaxo del mercurio para que salgan los cuerpos extraños que podrian impedir el contacto; luego se pone, ó carga un peso distribuido con igualdad en toda la superficie, y se exprime todo el mercurio sobrante, saliendo este por unas zanjas, ó aberturas hechas en los bordes de la mesa: por ésta compresion sale el ayre, y especialmente sirve para hacer la amalgama mas adherente: para que pueda secarse esta amalgama, y poder levantar el cristal se necesita que pasen algunos dias.

La

La aleacion de *Estaño* y cobre forma el arambre : siete partes de bismuto, cinco de plomo, y tres de *Estaño* forman una aleacion que se derrite en agua hirviendo. (Chaptal, *Elementos de Química.*) *

ESTATICA. Parte de la Mecánica, que tiene por objeto las leyes del equilibrio de las potencias, ó de los cuerpos que obran unos en otros.

[La Mecánica en general tiene por objeto las leyes del movimiento y del equilibrio de los cuerpos; pero con mas particularidad se da el nombre de Mecánica á la parte que trata del movimiento, y el de *Estática* á la que trata del equilibrio. Su etimología viene del latin *stare*, detenerse, estar en reposo, porque el efecto del equilibrio es producir el reposo, sin embargo de que haya en el cuerpo que está en equilibrio una tendencia al movimiento.

La *Estática* se divide en dos partes, la primera, que conserva la denominacion de *Estática*, tiene por objeto las leyes del equilibrio de los sólidos; y aquí se trata de las diferentes máquinas simples ó compuestas, como la garrucha ó poléa, la palanca, el plano inclinado &c. El objeto de la segunda parte, que se llama *Hidrostática*, son las leyes del equilibrio de los fluidos.

La Obra mas extensa que tenemos sobre la *Estática* es la *Nueva Mecánica de Varignon*, impresa en Paris en 1725 en dos tomos en 4º, cuyo Autor ya habia dado desde 1687 otra Obra sobre el mismo asunto con el título de *Proyecto de una nueva Mecánica.*

En este primer Escrito, que se publicó el mismo año que los *Principios de Newton*, da *Varignon* un método general para determinar el equilibrio en todas las máquinas, el qual se diferencia poco del de *Newton* que se halla en el primer libro de su Obra. Consiste en reducir, por el principio de la composicion de las fuerzas, todas las potencias que obran en una máquina, á una sola potencia, cuya direccion debe pasar por algun punto de apoyo fixo é inmóvil, quando se verifica equilibrio. Y así en la garrucha,

por

por exemplo, es preciso que la direccion de la potencia que resulta de las dos potencias aplicadas á la garrucha, pase por el centro fixo de la garrucha: del mismo modo que en la palanca es necesario, que la potencia que resulta de las dos potencias aplicadas á las extremidades de la palanca, tenga una direccion que pase por el punto de apoyo. El Autor extendió este principio en su *Nueva Mecánica*, que no se imprimio hasta despues de su muerte, habiendo añadido el modo de determinar por el mismo medio las leyes del equilibrio de los fluidos.

ESTE. Uno de los quatro puntos cardinales que dividen al horizonte en quatro partes iguales: es lo mismo que el Oriente. (*Véase* ORIENTE.)

ESTE. Nombre de una de las quatro plagas ó climas principales (*Véase* PLAGA.): es el punto del horizonte, al que corta el Equador por el lado en que salen los astros; dáse tambien este nombre á uno de los vientos que sopla de aquel lado.

ES-NORD-ESTE. Nombre de la plaga colocada en medio del espacio que separa al *Este* del *Nord-Este*: esta plaga declina 22 grados y 30 minutos del *Este* al *Norte*; el viento que sopla de esta plaga se llama del mismo modo.

ESTE¼AL NORD-ESTE. Nombre de la plaga situada en medio del espacio que separa al *Este* del *Es-Nord-Este*. Esta plaga declina 11 grados y 15 minutos del *Este* al *Norte*; y da su nombre al viento que sopla de ella.

ESTE¼AL SU-ESTE. Nombre de la plaga colocada en medio del espacio que separa al *Este* del *Es-Su-Este*: esta plaga declina 11 grados y 15 minutos del *Este* al *Sur*, y da su nombre al viento que sopla de ella.

ES-SU-ESTE. Nombre de la plaga colocada en medio del espacio que separa al *Este* del *Su-Este*: esta plaga declina 22 grados y 30 minutos del *Este* al *Sur*; tambien se llama del mismo modo el viento que sopla de ella.

ESTILO. (*Nuevo*) Llámanse así todas las fechas segun el

el Calendario corregido por Gregorio XIII, ó el Calendario Gregoriano, que se acostumbra citar con estas letras N. S. en los Escritos que han de pasar de una Nacion á otra. La mayor parte de los Estados Católicos adoptáron esta reforma del Calendario, y la misma Inglaterra lo executó por medio de una Acta emanada del Parlamento en el mes de Septiembre de 1752: las demas Naciones conserváron el *Viejo Estilo*. (*Véase* Estilo. (*Viejo.*)) (*Véase* tambien Calendario.)

Estilo. (*Viejo*) Así se llaman todas las fechas segun el Calendario antiguo, ó el Calendario de *Julio César*. Siguióse este *Viejo Estilo* en todos los paises que no profesan la Religion Católica Romana, y acostumbran citarlo con estas letras V. S. en los Escritos que han de pasar de una Nacion á otra: los Ingleses sin embargo lo adoptáron despues. (*Véase* Estilo. (*Nuevo.*) (*Véase* tambien Calendario.)

ESTIO ó VERANO. Una de las quatro estaciones del año, que comienza quando el Sol, acercándose mas y mas al zenith, ha llegado á su mayor altura meridiana, esto es, quando ha llegado al punto de la Eclíptica, que corta al coluro de los solsticios; y acaba quando el Sol, alejándose despues mas y mas del zenith, ha llegado á una altura meridiana media entre su mayor y su menor; es decir, quando ha llegado al punto de la Eclíptica que corta al Equador. Y así, para los que habitan el hemisferio septentrional, á lo menos para los habitantes de las Zonas templada y glacial septentrionales, el *Estío* comienza, quando el Sol llega al primer punto del signo de *Cáncer*; á saber, el 21 ó 22 de Junio; y acaba quando el Sol llega al primer punto del signo de *Libra*; á saber, el 22 ó 23 de Septiembre. Pero para los habitantes de las Zonas templada y glacial meridionales, el *Estío* comienza quando el Sol llega al primer punto del signo de *Capricornio*, esto es, el 21 ó el 22 de Diciembre; y acaba, quando el Sol llega al primer punto del signo de *Aries*; es decir, el 20 ó el 21 de Marzo.

En

En quanto á los que habitan baxo de la Zona tórrida, su *Estío* comienza quando el Sol se halla á mediodía en su zenith.

El dia en que comienza el *Estío* es el mas largo del año, y la noche la mas corta, esto es, que el Sol queda sobre el horizonte mas tiempo y baxo de él, lo menos que es posible para cada lugar: la diferencia de la longitud del dia á la de la noche, es tanto mayor, quanto mayor latitud tiene el lugar de que se trata.

El gran calor del *Estío* principalmente proviene de dos causas: en primer lugar de la longitud de los dias y de la brevedad de las noches; quedando el Sol mas tiempo sobre el horizonte que baxo de él, calienta mas á la Tierra; y siendo las noches proporcionalmente mas cortas, refrescan menos. En segundo lugar, proviene de que en el *Estío* caen los rayos solares sobre la superficie de la Tierra, ó perpendiculares, ó á lo menos mucho menos obliqüos que en invierno; con lo que sucede, que tienen un espesor menor de ayre que atravesar, y que la superficie de la Tierra recibe mayor número de ellos. La distancia y la proxîmidad del Sol influyen mucho menos en el calor y el frio; porque el Sol dista mas de la Tierra en el mes de Junio que en el de Diciembre; siendo la diferencia de mas de 1,200,000 leguas, y sin embargo esto no impide que tengamos nuestros mayores calores al mismo tiempo en que el Sol dista mas de nosotros.

La primera causa, á saber, la longitud de los dias, debe persuadirnos á que los pueblos mas inmediatos á los polos, que atendida la gran obliqüidad de los rayos solares, solo deberian tener, para decirlo así, *Estíos* frios, no dexan de experimentar calores bastante grandes; porque el Sol queda sobre su horizonte muchos meses seguidos, y obra continuamente. Por el contrario, la longitud de las noches entre los dos trópicos, y las lluvias que allí son freqüentísimas, moderan mucho el calor, que deberia ser excesivo, atendida la direccion de los rayos solares, que caen

sobre la superficie de la Tierra, ó perpendiculares, ó, á lo menos, con poca obliqüidad.

Siendo el primer dia del *Estío* aquel en que el Sol despide sus rayos mas á plomo, naturalmente deberia ser el de mayor calor; y con todo por lo regular experimentamos el mayor calor hácia el mes de Agosto, esto es, á mediados del *Estío*; lo qual proviene de la longitud de los dias, y de la brevedad de las noches del *Estío*, que hacen que el calor que ha comunicado el Sol á la Tierra durante el dia, subsista aun en parte al principio del dia siguiente, y se añada de este modo al que comunica de nuevo el Sol: conservado el calor de este modo muchos dias consecutivos, causa, hácia mediados del *Estío*, el mayor calor posible. (*Véase* Calor.) (*Véase* Estaciones.)

* ESTOMAGO. Es un saco membranoso situado debaxo del diafragma, en la region epigástrica, entre el hígado y el bazo, ocupando la mayor parte del hipocondrio izquierdo: se parece mucho al fuelle de la gayta Zamorana; y se distinguen en él un fondo y dos orificios. El fondo forma como dos asientos ó convexîdades, de los quales el mas considerable está á la izquierda: el orificio de este lado se llama *cardiaco*, y corresponde al esófago; y al que está á la derecha se le da el nombre de *píloro*, y corresponde á los intestinos, que deben considerarse como la continuidad del *Estómago*. En general puede decirse, que el canal que comunica con el interior de la boca, y que en este lugar se llama el esófago, se extiende, baxa al pecho, atraviesa el diafragma, se ensancha al entrar en el baxo vientre, y termina en el ano, despues de haber hecho muchas circunvoluciones.

La magnitud del *Estómago* no es igual en todos los sugetos: en el hombre generalmente es mayor que en la muger; su capacidad disminuye en los que estan mucho tiempo sin comer; y al contrario, aumenta de dimensiones en los tragones. Sin duda que seria en gran manera extenso en el hombre de que habla *Surio*, que venia de las regiones

boreales, y que fué presentado en 1511 á *Maxîmiliano César*, pues se dice que de una vez comia una ternera y un carnero sin hartarse.

En esta víscera se consideran dos caras, que se distinguen en *anterior* y *posterior*; dos curvaturas; una mayor, que se extiende todo lo largo de su fondo, y desde un orificio á otro; y otra menor, opuesta á la primera, y que tambien se extiende entre estos dos orificios.

El *Estómago* está situado obliquamente de modo que el orificio izquierdo se halla mucho mas elevado que el otro. Obsérvase ademas, sobre todo quando está lleno, que la curvatura mayor está situada adelante, y la menor detras; de donde se sigue, que las caras anterior y posterior, se vuelven superior é inferior, lo que hace que el esófago forme un doblez ó un codo en el lugar en que se junta con el *Estómago*.

Esta víscera se compone de muchas túnicas: la primera es una continuidad del *peritonio*; es una especie de membrana *grasosa* que cubre interiormente toda la cavidad del baxo vientre, y se dobla sobre las vísceras que contiene: la segunda túnica es *musculosa*, y sus fibras toman diferentes direcciones: la tercera es *nerviosa*, sobre cuya convexîdad hay una multitud de vasos sanguíneos y de nervios. Esta túnica tiene mas extension que las otras dos, y con la quarta llamada *felposa* ó *vellosa*, y por otros *hongosa*, muchas arrugas que se extienden en gran parte en toda la longitud del *Estómago*. En su superficie se advierten un gran número de agujeritos que corresponden á otras tantas glándulas ocultas por detras, y que suministran la *linfa estomacal*, ó el *xugo gástrico*. La túnica tercera y quarta forman hácia el *piloro* un doblez particular, llamado comunmente la *válvula del piloro*, y cuya figura es con corta diferencia circular; dexando en medio de ella un canal destinado al paso de los alimentos.

Los vasos del *Estómago* son de tres clases, *sanguíneos*, *linfáticos* y *nerviosos*. Los vasos *sanguíneos* nacen en gran par-

parte de un tronco corto que suministra la aorta en su entrada en el baxo vientre, llamado *tronco celiaco.* (*Véase* Arterias.) Las venas descargan en la *vena-porta*; las linfáticas se dirigen al receptáculo del quilo; y los nervios deben su orígen al octavo par: esta es en pocas palabras la descripcion de este saco membranoso, en que se verifica una de las principales funciones naturales de la economía animal, la digestion. (Sigaud de la Fond, *Dicc. de Física.*) *

[ESTRABISMO. Mala conformacion de los ojos, que consiste en una direccion viciada del globo del ojo, que vuelve bizco al que la padece, y que le hace mirar al traves, ya arriba, ya abaxo, ya de lado. Los mas convienen en que esta indisposicion depende de la contraccion de algunos músculos del ojo, y de la relaxacion de sus antagonistas; y que los músculos contraidos tiran al globo hácia ellos, al paso que los relaxados ceden á su accion. En prueba de esta opinion alegan, que los niños se exponen á volverse bizcos por culpa de los que los ponen en la cuna; de modo que solo ven la luz, ó ciertos objetos notables obliquamente: los músculos acostumbrados á esta contraccion se afirman, y siempre llaman los ojos á aquel lado. Para remediar este inconveniente, se muda la situacion de los niños; se ponen del lado opuesto los objetos que les llamaban la atencion; y se les pegan parchecitos de tafetan engomado y negro para que miren á ellos. *Pablo de Egine* inventó una carátula que cubre los ojos, y que solo tiene dos agujeros correspondientes al centro de la vista para recibir directamente los rayos luminosos; á lo que han llamado los Modernos *besículos*. *Buffon* habló del *Estrabismo* en las Mem. de la Academ. de las Ciencias, y aconsejó obligar á los niños á que se mirasen con freqüencia en el espejo, á fin de enderezar la vista: *Antonio Maytre Jean*, famoso Cirujano y Oculista, pretende que el *Estrabismo* no depende de la accion de los músculos, y sí de una mala conformacion de la córnea transparente que está mas vuelta de un lado

que

que de otro; que es un vicio natural irremediable, y que todos los medios que se han propuesto para enderezar la vista á los que la tienen atravesada, han sido infructuosos. Esta materia todavia presenta mucho campo á observaciones muy útiles.]

ESTRABITA. Bisojo, bizco, el que padece el *Estrabismo*. (*Véase* ESTRABISMO.)

ESTRELLA POLAR. Nombre que se da á la *Estrella B* (*Lám. LVIII*, *fig. 1*) de la extremidad de la cola de la *Ursa menor*, porque es la mas inmediata al polo boreal, del qual solo dista cerca de dos grados. Esta *Estrella* es sumamente útil á los Astrónomos y Navegantes por su proxîmidad al polo: sobre todo sirve para conocer la elevacion del polo, ó la latitud; por lo que conviene tener un medio sencillo de conocerla, á cuyo fin es preciso buscar en el Cielo, hácia el Norte, un conjunto de siete *Estrellas* (*Lám. LVIII*, *fig. 2*), que forman una Constelacion conocida con el nombre de *Ursa mayor*, llamada comunmente el *Carro de David*. De estas siete Estrellas quatro *c*, *d*, *e*, *f*, componen una especie de quadro, que representa el cuerpo del animal; y las otras tres, la cola del mismo. Hallada esta Constelacion, se imagina una línea recta, *c d B*, que pasando por las dos primeras *Estrellas c* y *d* del quadro, vaya á encontrar á otra *Estrella* brillante de segunda magnitud *B* (*fig. 1*) de la extremidad de la cola de la *Ursa menor*, que se llama *Estrella polar*.

[Los primeros que la observáron le diéron este nombre, porque distando muy poco del polo, ó del punto sobre que parece gira todo el Cielo, describe al rededor un círculo tan pequeño, que casi es insensible, de suerte que siempre se la ve hácia el mismo punto del Cielo; sin embargo de que la distancia de la *Estrella polar* al polo muda annualmente.

El difunto *Cassini* y *Riccioli* observáron en Bolonia en 1686 la distancia de esta *Estrella* al polo, y es de 2° 32′ 30″: puede verse el pormenor de estas observaciones en la

Hi-

Hidrografía del mismo *Riccioli*, *lib. VII*, *cap. 15*; *Maraldi* determinó en Diciembre de 1732 esta distancia á 2° 7′ 9″: luego la distancia de la *Estrella polar* al polo disminuyó en 76 años, intérvalo entre las observaciones de *Maraldi*, y las de *Cassini* y *Riccioli*, 25′ 21″, que corresponde á razon de 20 segundos por año: cuya disminucion annual habia hallado *Ticho-Brahe* por medio de inmediatas observaciones. (*Véanse sus Progimn. lib. I, pág. 362.*) Esta variacion de la distancia entre la *Estrella polar* y el polo del Mundo es muy conforme á las observaciones del movimiento de las demas *Estrellas fixas*, probando las observaciones de *Ticho* que la misma se verificó 155 años ha; pues si se compara la distancia de la *Estrella polar* al polo, observada por *Ticho* en 1577, que era de 2° 58′ 50″ con la distancia observada en 1732, de 2° 7′ 9″, la diferencia que es de 51′ 41″ dividida por 155 da precisamente 20″ para el movimiento annuo de la *Estrella polar* hácia el polo del Mundo durante este tiempo. Este movimiento no será siempre de igual cantidad, porque disminuirá á medida que la *Estrella polar* se acerque al principio de Cáncer, en donde será imperceptible este movimiento por espacio de muchos años. Segun las hipótesis del movimiento de las *Estrellas fixas*, la distancia de la *Estrella polar* al polo disminuirá tambien en el intérvalo de 362 años, despues de los quales estará lo mas inmediata que es posible al polo; y si no distára mas del polo de la Eclíptica, que el polo del Mundo, hubiera ido á colocarse en el mismo polo del Mundo, como creyéron debia suceder algunos Astrónomos antiguos; pero como dista del polo de la Eclíptica 26′½ mas que el polo del Mundo, no puede acercarse á este polo mas de 26′½, con tal que no se muden la distancia entre estos dos polos, y la latitud de la *Estrella*. Si *Escalígero* hubiese estado mas diestro en esta clase de observaciones, no hubiera negado con tanto atrevimiento este movimiento de la *Estrella polar* y de las demas *Estrellas fixas* hácia el polo del Mundo, ni menos insulta-

tado á todos los Astrónomos que le sostienen; en cuyo error cayó, porque creia que esta *Estrella* que se halla en la extremidad de la cola de la *Ursa menor*, que actualmente es la *polar*, como la mas inmediata al polo del Mundo, siempre habia sido la mas boreal de esta Constelacion. *Petávio*, que refutó con mucha sabiduría el error de *Escalígero*, demostró que la última *Estrella* de la cola de la *Ursa menor*, que en el dia es la *polar*, era en tiempo de *Eudoxío* la mas distante del polo; y que la mas próxîma era una de la espalda, á que llama *superior præcedentium in laterculo*. (*Véase* Precesion de los Equinoccios.)]

Estrella vaga ó cadente. Metéoro inflamado, que por lo regular se presenta baxo la forma de un globulito de fuego, que despide una luz bastante viva con corta diferencia, semejante á la de una *Estrella*, que suele verse correr en la atmósfera, y que alguna vez cae hasta tierra.

Es muy probable que este metéoro es un fenómeno producido por la electricidad de la atmósfera, segun lo cree *Beccaria*, fundado en el hecho siguiente.

[Estando un dia sentado al ayre libre en compañía de un amigo suyo, una hora despues de puesto el Sol, viéron á una de estas *Estrellas vagas*, que se dirigia hácia ellos, y que visiblemente se aumentaba á medida que se les aproxîmaba, hasta el momento en que desapareció á corta distancia del lugar en que se hallaban. Una luz difusa y ligera, pero sin ruido, iluminó entonces sus rostros, manos y vestidos, como tambien á la Tierra y demas objetos inmediatos: habiéndoles causado esto algun miedo se levantáron, y se miráron uno á otro, sorprehendidos de este fenómeno; acudió á ellos un criado de un jardin inmediato, preguntándoles si habian visto alguna cosa, pues él habia observado en el jardin una luz repentina, y principalmente sobre el agua que le servia para regar.

Todas estas apariencias eran con evidencia eléctricas, y

el

el *P. Beccaria* se confirmó en que la electricidad las producia, por la cantidad de materia eléctrica que habia visto en otras ocasiones acercarse por grados hácia su cometa eléctrico; pues dice que enteramente se parecia á una *Estrella vaga*. Tambien observó algunas veces una especie de gloria al rededor del cometa, que le seguia quando mudaba de lugar, pero que dexaba alguna luz, á la verdad por poquísimo tiempo, en el sitio que abandonaba.

Somos de parecer que esta diferencia satisface perfectamente á todos los fenómenos de las *Estrellas vagas*; porque 1º en la atmósfera hay en todo tiempo y estaciones una circulacion del fluido eléctrico, pues estas *Estrellas* se ven en todas las estaciones, como lo prueban las observaciones de *Gassendi* y de *Krafft*: 2º tambien se ha hecho ver que la electricidad positiva reynaba en las regiones superiores de la atmósfera en un tiempo sereno; y esta observacion, que es de *Kinnersley*, nos descubre la razon por que estas *Estrellas* siempre dirigen su curso hácia tierra, que se reduce á que el fuego eléctrico abunda en las regiones superiores, y atraviesa la atmósfera inferior para llegar á tierra, la que está electrizada en menos; cuyo fenómeno no explican las otras hipótesis: 3º el movimiento progresivo de estas *Estrellas*, que algunas veces es lento, otras rápido, ya en línea recta, ya en la de zigzaque, se parece muy bien al del fluido eléctrico, quando se propaga de un lugar á otro; pues se sabe que en general, este fluido sigue siempre los mejores conductores, y no el camino mas corto de un lugar á otro; de donde proviene la irregularidad de su movimiento, y si experimenta menos resistencia penetrándolos segun se hallan mas ó menos perfectos, se mueve con mas ó menos velocidad; bien que su velocidad depende tambien de la cantidad de fluido puesta en movimiento á un tiempo; porque si esta masa es considerable, se advierte una luz viva, quando se verifica la irrupcion; y aun sucede con freqüencia, que entonces se oye algun estallido, como acontece quando aparecen globos de fuego.

Fi-

Finalmente, á medida que esta masa llega á ser mas considerable, se aumenta su fuerza y su velocidad, en cuyo caso se le da el nombre de rayo. (*Véase* Rayo.) Igualmente añadirémos, que si este fuego abunda en las regiones superiores de la atmósfera, con tal que no esté reunido en una sola masa, y que los vapores esten separados por porciones de ayre puro, de suerte que su movimiento se retarde entonces, y que á un tiempo no pueda correr ninguna cantidad considerable; en este caso habrá irrupciones continuas; y se verán todos los fenómenos que se han descripto en el Artículo *Aurora* boreal, ó mas bien habrá entonces una Aurora boreal: 4.º por último observarémos, que algunas veces se percibe un olor á azufre, estando en el lugar en que se verifican estos fenómenos; pero de aquí no debe inferirse que sean efecto de vapores sulfurosos que se inflamen por sí mismos; pues sabemos, que el fluido eléctrico enciende las substancias aceytosas etéreas entre las que pasa; luego los que juzgan de la causa por el olor que sienten, se arriesgan á tomar el efecto, que es puramente accidental, por la causa misma.]

Estrellas. Cuerpos celestes luminosos por sí mismos, que no mudan de posicion unos respecto de otros; y colocados á una distancia tan grande de la Tierra, que jamas se ha podido medir, ni siquiera por aproxîmacion.

Es natural pensar, que el estudio de la Astronomía debió comenzar por el conocimiento de las *Estrellas*; pues son otros tantos puntos fixos que nos han servido para medir los movimientos de los astros intermedios.

Las *Estrellas* se llaman *fixas*, no solo porque no mudan de posicion unas respecto de otras, sino tambien porque no se les conoce ningun movimiento real, sin embargo de observar en ellas muchos movimientos aparentes, como lo dirémos mas adelante: en caso de que tengan algunos reales, solo será un movimiento de rotacion sobre su centro, que en efecto les atribuyen la mayor parte de los Astrónomos modernos.

No todas las *Estrellas* nos parecen de la misma magnitud, ya sean en realidad de diferentes magnitudes entre sí, ya nos lo parezcan por estar colocadas á diferentes distancias de nosotros. Es muy probable, que estas dos causas contribuyen á que nos parezcan baxo de diferentes magnitudes, esto es, colocadas á distancias de la Tierra mayores unas que otras; y que todas no son de una magnitud perfectamente igual. Sea de esto lo que fuere, los Astrónomos distribuyen á las *Estrellas* en seis clases,con respecto á sus magnitudes; porque á la simple vista, se observan de seis magnitudes diferentes, prescindiendo de ciertas manchitas blanquecinas, llamadas *Estrellas nebulosas*, y de una faxa ó especie de cinturon de color de leche, al que por lo mismo se ha dado el nombre de *Via láctea*. (*Véase* VIA LACTEA.)

El número de las *Estrellas* de primera magnitud no es muy grande, pues no pasan de 18, á las que se han dado nombres particulares, bien que algunos Astrónomos añaden ademas quatro, que otros creen ser solo de segunda magnitud. De las 18 *Estrellas* de primera magnitud, quatro estan colocadas en el Zodíaco; á saber, una en la Constelacion de *Tauro*, llamada *Aldebarán*, ú *Ojo del toro*; una en la Constelacion de *Leo*, conocida con el nombre de *Régulo* ó *Corazon del Leon*; una en la Constelacion de *Virgo*, á que llaman *Espiga de la Vírgen*; y otra en la Constelacion del *Escorpion*, llamada *Antares* ó *Corazon del Escorpion*. Algunos miran tambien como *Estrella* de primera magnitud la que está colocada en la extremidad de la cola del *Leon*, por cuya razon se la llama *Cola del Leon*.

Otras tres *Estrellas* de estas se hallan en la parte septentrional del Cielo; á saber, una en la Constelacion de *Bootes*, conocida con el nombre de *Arcturo*; una en la Constelacion del *Auriga*, llamada la *Cabra*; y otra en la Constelacion de la *Lira*, que se llama así. Algunos miran tambien como de primera magnitud, otras dos *Estrellas* de la parte septentrional del Cielo; á saber, una

situada en la Constelacion del *Aguila*, llamada *Lucero del Aguila*; y otra colocada debaxo de la cola del *Cisne*, que por lo mismo se llama *Cola del Cisne*.

Finalmente, las otras once *Estrellas* de primera magnitud, estan colocadas en la parte meridional del Cielo; á saber, dos en la Constelacion de *Orion*, una de las quales se halla situada á la espalda oriental, y la otra al pie occidental de *Orion*; conócese esta última baxo del nombre de *Rigel*: una en la Constelacion del *Rio Erídano*, situada en su extremidad meridional, que se conoce baxo del nombre de *Acarnar*: una en la Constelacion del *Can mayor*, colocada en su hocico, y á la que se da el nombre de *Sirio*: una en la Constelacion del *Can menor*, que se llama *Procion*: dos en la Constelacion del *Navío* colocadas sobre los remos, y una de las quales se conoce baxo del nombre de *Canopo*; dos en la Constelacion del *Centauro*, una de las quales se halla situada al pie anterior, y la otra en la pierna que sigue: una en la Constelacion del *Pez austral*, colocada en la boca del pez, que se conoce con el nombre *Fomahand*; y otra en la Constelacion de la *Cruz* colocada al pie, y llamada por lo mismo *Pie de la Cruz*. Algunos miran tambien como de primera magnitud una *Estrella* de la parte meridional del Cielo, situada en la Constelacion de la *Hidra hembra*, conocida con el nombre de *Corazon de la Hidra*.

En las *Estrellas* fixas se observan seis especies de movimientos, ninguno de los quales es real, pues solo son aparentes.

1º Su movimiento diurno, por el que todas las *Estrellas* fixas parece dan una vuelta entera de Oriente á Occidente, al rededor de los polos del Equador celeste, en el espacio de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos. La apariencia de este movimiento es efecto de la rotacion diaria de la Tierra sobre su exe, que se acaba en el mismo espacio de tiempo, y que se verifica de Occidente á Oriente.

2º Su movimiento annuo, por el que todas las *Estrellas*

llas fixas parece dan una vuelta entera de Oriente á Occidente, al rededor de los polos del Equador celeste, en el espacio de 365 dias, 6 horas, 9 minutos, 10 segundos y 30 terceros. Llámase esto el *año sideral* (*Véase* AÑO SIDERAL.), que es la duracion del año solar con respecto á las *Estrellas* fixas, esto es, el tiempo que media desde el instante en que el Sol está en conjuncion con una *Estrella*, hasta el en que vuelve á hallarse en conjuncion con la misma *Estrella*, despues de una revolucion entera. Por este movimiento las *Estrellas* preceden al Sol todos los dias una corta cantidad; de suerte que una *Estrella* que pasa hoy al meridiano ó por el meridiano al mismo tiempo que el Sol pasará mañana cerca de 3 minutos y 56 segundos antes; y así en lo sucesivo cada dia, hasta que esta *Estrella* haya llegado de nuevo á estar en conjuncion con el Sol, despues de una revolucion entera. La apariencia de este movimiento es efecto de la rotacion annua de la Tierra al rededor del Sol, que se hace de Occidente á Oriente, y por la que el Sol parece adelanta en el mismo sentido en la Eclíptica 59 minutos, 8 segundos, y cerca de 20 terceros de grado por dia.

3º El movimiento por el que la longitud de todas las *Estrellas* fixas aumenta cada año 50 segundos, y cerca de 20 terceros de grado; cuyo movimiento parece se hace de Occidente á Oriente al rededor de los polos de la Eclíptica, y cuya revolucion entera solo se acaba en el espacio de unos 25,748 años. Esta mutacion observada en la longitud de las *Estrellas* se llama *precesion de los equinoccios*. (*Véase* PRECESION DE LOS EQUINOCCIOS.) La apariencia de este movimiento es efecto de la retrogradacion real de los puntos equinocciales, que se mueven de Oriente á Occidente, y retrogradan cada año 50 segundos, y cerca de 20 terceros de grado, en cuya conseqüencia las longitudes de las *Estrellas* aumentan la misma cantidad. Esta retrogradacion de los puntos equinocciales proviene de que los polos de la Tierra giran de Oriente á Occidente, al rededor

de los polos de la Eclíptica en un círculo de cerca de 47 grados de diámetro: los Astrónomos pretenden, que esta rotacion de los polos de la Tierra es efecto de la atraccion del Sol y de la Luna sobre la parte anular de la esferoide de la Tierra, elevada hácia el Equador.

4º La mutacion general de latitud observada en las *Estrellas* fixas, esto es, la mutacion de su distancia á la Eclíptica. La apariencia de este movimiento es efecto de la variacion de la obliqüidad de la Eclíptica. (*Véase* OBLIQUIDAD DE LA ECLIPTICA.) Parece que todavia no se tienen suficientes conocimientos acerca de la causa de esta variacion, que es muy corta; pues *la Lande* la estima de cerca de un minuto y 28 segundos por siglo, y *la Caille* solo en 24 segundos. ¿Provendrá acaso esta variacion de que los polos de la Tierra, girando al rededor de los polos de la Eclíptica, no giran en un círculo perfecto? porque, supuesto que esta rotacion se produce por la atraccion del Sol y de la Luna, es muy probable, que esta atraccion no siempre valga lo mismo: idea que aventuro, y que solo doy como una conjetura. La nutacion causa tambien una variacion en la obliqüidad de la Eclíptica, pero de un modo períodico.

5º El movimiento por el que las *Estrellas* fixas parece describen, en el espació de un año, elipses de 40 segundos á lo mas de diámetro, y que tienen por centro el punto real en que se halla cada *Estrella*. La apariencia de este movimiento se produce por el movimiento de la luz, combinado con el movimiento annuo de la Tierra: llámase esto *aberracion*. (*Véase* ABERRACION.)

6º Un movimiento de 9 segundos, observado en las *Estrellas* fixas, cuya apariencia es, dicen, efecto del movimiento real del polo del Equador terrestre, que describe, con un movimiento retrógrado, ó de Oriente á Occidente, un círculo, cuyo centro es el lugar medio del polo, y que tiene 18 segundos de diámetro. Llámase este movimiento *nutacion* (*Véase* NUTACION.); y se pretende, que se pro-

du-

duce por la atraccion de la Luna sobre la esferoide de la Tierra : en efecto , su período corresponde exâctamente al de los nodos de la Luna , es decir , que es de 18 años , y cerca de 8 meses.

Siendo demasiado grande el número de las *Estrellas* para poderlas distinguir unas de otras , y dar á cada una un nombre particular, se formáron de ellas varios conjuntos, dispuestos baxo diferentes figuras , llamados *Asterismos* ó *Constelaciones* , á cada una de las quales se dió un nombre particular (*Véase* CONSTELACIONES.); habiendo *Juan Bayer* distinguido á cada *Estrella* de cada Constelacion con una letra del alfabeto griego ó latino , lo que adoptáron todos los Astrónomos que le han sucedido : las *Estrellas* no comprehendidas en ninguna de estas Constelaciones se llaman informes.

Las *Estrellas* se hallan á una prodigiosa distancia de la Tierra ; y la prueba de esto es, que su magnitud aparente siempre es la misma , aunque nos encontrémos , en ciertos tiempos del año, ya mas cerca , ya mas lejos de las mismas *Estrellas* , unos 69 millones de leguas. Por exemplo, á fines del mes de Mayo , distamos mas de *Aldebarán* cerca de 69 millones de leguas , que á fines de Noviembre; y sin embargo su magnitud aparente es la misma en ambas épocas : luego 69 millones de leguas nada son , comparados con la distancia real que hay entre la Tierra y las *Estrellas*. ¿Quan grande no será esta distancia ? ni aun por aproxîmacion podemos medirla , porque las *Estrellas* no tienen paralaxe sensible ; pero lo que sigue manifiesta lo prodigiosa que es. Si la paralaxe absoluta de una *Estrella* fuera solo de un segundo , la distancia de esta *Estrella* al Sol sería 206,264 veces tan grande como la distancia media de la Tierra al Sol , que es de 34,761,680 leguas, esto es , esta *Estrella* distaria del Sol 7,170,083,163,520 de leguas: pero no siendo de un segundo la paralaxe de las *Estrellas*, aun para las que nos parecen mayores , y que sin duda son las mas inmediatas á nosotros, su distancia de-

be

be ser todavia mas considerable; ignorándose hasta donde puede esto llegar.

Atendida la prodigiosa distancia á que deben hallarse las *Estrellas fixas*, no es de extrañar la suma pequeñez de su diámetro aparente; por lo que nos es imposible determinar su magnitud absoluta y su verdadero diámetro. (*Véase* DIAMETRO.) En el dia está probado, que las *Estrellas* que nos parecen mayores, como *Régulo*, *Sirio*, *Aldebaran*, la *Espiga de la Virgen*, *Antares*, no tienen un segundo de diámetro aparente; porque, quando estas *Estrellas* se eclipsan por la Luna, no emplean dos segundos de tiempo en sumergirse baxo del disco de la Luna: lo qual sucederia sin embargo, si el diámetro de estas *Estrellas* fuera de un segundo; pues la Luna emplea cerca de 2 segundos de tiempo en adelantarse un segundo de grado: es así, que estas *Estrellas* desaparecen en medio segundo, y vuelven á apareçer con la misma prontitud y como un rayo; luego podria muy bien suceder que su diámetro aparente no fuera de un quarto de segundo; bien que esto no impide que puedan ser de una magnitud prodigiosa, atendida su inmensa distancia de que no tenemos la menor idea.

Hemos dicho que si la paralaxe absoluta de una *Estrella* fuera solo de un segundo, la distancia de esta *Estrella* al Sol seria de 7,170,083,163,520 leguas; pero no teniendo paralaxe sensible, seugramente distan mucho mas, segun lo diximos en el *Artículo* DIAMETRO DEL CIELO ESTRELLADO (*Véase.*)

Las *Estrellas* son astros luminosos por sí mismos, como lo prueba su Escintilacion; propiedad que no tienen los planetas, que solo brillan con la luz que reciben. Ademas, las *Estrellas*, como acabamos de decir, se hallan á una prodigiosa distancia de la Tierra, y por consiguiente mucho mas lejos de nosotros que *Herschel*; y sin embargo su luz es mucho mas viva y brillante que la de este planeta; lo qual no se verificaria si, como él, únicamente re-

recibiesen su luz del Sol. De aquí debe inferirse que las mismas *Estrellas* son otros tantos soles; siendo muy probable que iluminan á algunos planetas que giran al rededor de ellas. (*Véase* PLURALIDAD DE MUNDOS.)

ESTRELLAS NEBULOSAS. (*Véase* NEBULOSAS. (*Estrella.*)

ESTREMECIMIENTO. Movimiento de las particulillas de un cuerpo, que consiste en vibraciones muy prontas y cortas de estas mismas partículas. Quando decimos que estas vibraciones son cortas, no hablamos de su duracion, y sí de su extension: luego esto significa, que tienen muy poca amplitud.

Este *Estremecimiento* se advierte principalmente en los cuerpos sonoros, como las campanas, cuerdas de instrumentos de Música &c. (*Véase* SONIDO.)

ESTRIBO. Nombre que se da á uno de los quatro huesecitos encerrados en la *Caxa del tambor.* (*Véase* CAXA DEL TAMBOR y OREJA.) El *Estribo c* ó C (*Lámina XXVIII, fig.* 2.) tiene una base oval *h*, y dos ramos *i*, *k* que parten de ella, y van á reunirse en *l*, para formar su cabeza, que en su parte superior tiene una cavidad superficial propia para recibir una de las convexîdades del *hueso orbicular.* (*Véase* HUESO ORBICULAR.) Los ramos *i*, *k*, se cruzan algo en su cara interna, y en estos canalillos se ata una membrana muy delgada, que cierra el espacio que dexan entre sí estos ramos: la base *h* del *Estribo* sirve para cerrar la *ventana oval.* (*Véase* VENTANA OVAL.)

ETER. Nombre que se da á un fluido sumamente sutil y elástico, esparcido en todo el Universo; que llena el espacio en que se mueven los planetas; que penetra y se insinua con facilidad en los cuerpos mas duros y compactos, llenando la mayor parte de sus poros; y que se dexa atravesar casi sin hacer resistencia alguna. En efecto, la resistencia que opone el *Eter* á los cuerpos que se mueven en este fluido ha de ser muy pequeña, pues no altera

sen-

sensiblemente el movimiento de los planetas.

El *Eter* se llama tambien *materia etérea*; y es lo mismo que la *materia sutil*, ó la *materia del primer elemento de Descartes*. Este fluido influye, dicen, considerablemente en el mecanismo del Universo, y en la mayor parte de los fenómenos; pues por su medio se explican muchos, que de otro modo no podrian explicarse de ninguna manera. (*Véase* MATERIA SUTIL.)

[Muchos Filósofos no pueden concebir que casi todo el Universo esté enteramente vacío; por cuya razon le llenan de cierta materia llamada *Eter*, al que imaginan algunos como un cuerpo de un género particular, destinado solo á llenar los vacíos que se encuentran entre los cuerpos celestes; y por lo mismo le ciñen á las regiones superiores de nuestra atmósfera. Otros le hacen de una naturaleza tan sutil, que penetra el ayre y demas cuerpos, ocupando sus poros y sus intérvalos: finalmente otros niegan la exîstencia de esta materia diferente del ayre, y creen que el mismo ayre, por su extrema tenuidad, y por aquella inmensa expansion de que es capaz, puede exparcirse hasta los intérvalos de las *Estrellas*, y ser la única materia que allí hay. (*Véase* AYRE.)

No distinguiéndose el *Eter* por los sentidos, y empleándose únicamente ó á favor de una hipótesis, ó para explicar algunos fenómenos reales ó imaginarios, los Físicos se toman la libertad de figurárselo á su modo. Algunos creen que es de la misma naturaleza que los demas cuerpos, y que solo se diferencia de ellos por su tenuidad y por las demas propiedades que de ella resultan; y he aquí el *pretendido Eter filosófico*: otros suponen que es de una especie diferente de los cuerpos comunes, y como un quinto elemento, ó principio de una naturaleza, mas pura, mas sutil y mas espirituosa que las substancias que estan al rededor de la tierra, y cuyas propiedades tampoco tiene, como la gravedad &c. Esta es la idea antigua y general que se tenia del *Eter*, ó de la *materia etérea*.

Que-

Quedando, pues, la voz *Eter* tan embrollada por tanta variedad de ideas, y habiéndose aplicado arbitrariamente á tantas cosas diferentes, han resuelto muchos Filósofos modernos abandonarla; substituyéndola otras que expresen la cosa con mayor precision.

Los Cartesianos se valen de la palabra *materia sutil* para significar el *Eter*: *Newton* emplea alguna vez la de *espíritu sutil*, como al fin de sus Principios; y otras la de *medio sutil* ó *etéreo*, como en su *Optica*: finalmente, muchas razones parece demuestran que en el ayre hay una materia mucho mas sutil que el ayre mismo. Despues de extraido éste del recipiente, queda en él una materia diferente del ayre, segun lo prueban ciertos efectos que vemos se producen en el vacío. El calor, observa *Newton*, se comunica por entre el vacío, casi con tanta facilidad como por entre el ayre; comunicacion que no puede hacerse sin el concurso de un cuerpo intermedio, cuerpo que ha de ser bastante sutil para penetrar los poros de un vidrio; de donde puede inferirse que tambien atraviesa los de los demas cuerpos, y por consiguiente, que está derramado en todas las partes del espacio. (*Véase* Calor, Fuego &c.)

Newton, despues de haber establecido de este modo la exîstencia del *medio etéreo*, pasa á sus propiedades, y dice, que no solo es mas raro y mas fluido que el ayre, sino tambien mucho mas elástico y activo: y que en virtud de estas propiedades, puede producir una gran parte de los fenómenos de la Naturaleza. A la presion de este medio parece atribuye *Newton* la gravedad de todos los demas cuerpos; y á su elasticidad, la fuerza elástica del ayre y de las fibras nerviosas, la emision, la refraccion, la reflexîon y los demas fenómenos de la luz; como tambien el movimiento muscular &c. Claro está que todo esto es puramente conjetural; sobre lo que *Véanse* los Artículos Pesadez, Gravedad &c.

El *Eter* de los Cartesianos no solo penetra, mas tambien

bien llena exâctamente, segun ellos, todos los vacíos de los cuerpos, de suerte, que en todo el Universo no hay espacio alguno que no esté absolutamente lleno. (*Véase* Materia sutil, Lleno, Cartesianismo &.)

Newton impugna esta opinion con muchas razones, manifestando que en los espacios celestes no hay ninguna resistencia sensible; de donde se sigue, que la materia que contienen, debe ser sumamente rara, siendo la resistencia de los cuerpos proporcional á su densidad. Si los Cielos estuvieran con exâctitud llenos de una materia fluida, por sutil que fuese, resistiria al movimiento de los Planetas y Cometas mucho mas que el mercurio. (*Véase* Resistencia, Vacio, Planeta, Cometa.)]

Eter. *Término de Química.* Llámase así un licor muy limpio, sin color, de un olor particular, muy penetrante, y que se saca del espíritu de vino por el intermedio del ácido vitriólico ó del ácido nitroso. Entre todos los licores conocidos es el mas ténue, el mas volátil, y el mas inflamable: es tan volátil, que arrojando al ayre una cucharita de tomar café llena de *éter*, se evapora en el instante, y ni siquiera cae una sola gota, y tambien causa un enfriamiento bastante considerable con su propia evaporacion: es tan inflamable, que arde á la superficie del agua fria, aunque solo haya de él una cortísima cantidad.

Parece que el *Eter* es un medio entre los espíritus ardientes y los aceytes.

* Segun los experimentos hechos posteriormente por *Lavoisier*, el *Eter* se mantendria habitualmente en el estado aeriforme, sin la presion de la atmósfera; y tambien se evaporiza á los 33 grados del termómetro de mercurio. *Véase su Tratado Elemental de Química.* *

ETEREO. Epíteto que se da á lo que pertenece al *Eter*, ó que participa de la naturaleza del *Eter*: por lo mismo se dice *materia Etérea* para significar la materia del *Eter* &c.

Etereo. (*Medio*) *Véase* Medio etereo.

* ETIOPE MARCIAL. Hierro sumamente dividido por sola la accion del agua, y reducido á partes muy finas.

Esta preparacion se propuso para el uso de la Medicina por *Lemery*, el hijo, que le dió el nombre de *Etíope*, por su color negro. Para hacerla se toman limaduras de hierro muy limpias, y no enmohecidas; pónense en un vaso de vidrio; viértese encima agua pura, de modo que cubra á las limaduras tres ó quatro dedos; meneánse de quando en quando las limaduras con una espátula, hasta que esten reducidas á partes tan finas, que agitándolas queden mucho tiempo suspendidas en el agua; cuya division se hace por grados, y pide un tiempo considerable, pues para que se puedan sacar las primeras porciones se han de pasar veinte ó treinta dias: decántase esta agua enturbiada, y se la dexa deponer; sécase y se porfiriza este depósito; con lo qual queda hecho el *Etíope marcial.*

El *Etíope marcial*, y los precipitados y azafranes de Marte se emplean con feliz éxito en la Medicina, como muy buenos tónicos y fortificantes.

* Etiope mineral. Combinacion de mercurio con bastante cantidad de azufre: el color de este compuesto es negro, por lo que se le llama *Etíope.*

El *Etíope* mineral se hace ó por fusion, ó por la simple trituracion y sin fusion.

Del primer modo se consigue derritiendo azufre en una vasija de tierra sin barnizar; é inmediatamente que está derretido, se le mezcla con prontitud tanto mercurio muy puro quanto azufre hay, retirando la vasija del fuego: agítase la mezcla con una espátula hasta que se haya enfriado y quajado; y la masa que queda negra y desmenuzable, que se machaca y se pasa por el tamiz, es el *Etíope mineral.*

Para hacer esta misma preparacion sin fuego se trituran en un mortero de vidrio ó de mármol dos partes de mercurio puro con tres partes de flores de azufre hasta que se haya extinguido el mercurio, y sea invisible.

El principal uso del *Etíope mineral* se hace en la Medicina: puede darse desde seis granos hasta media dracma incorporado con otros medicamentos apropiados: en el asma, en los lamparones, obstrucciones y otras enfermedades de esta clase, encrasamiento de humores &c., se emplea como diluyente; algunos Médicos lo mandan tambien en las enfermedades venéreas; y no faltan otros que dicen que el *Etíope mineral* no tiene virtud alguna: sin embargo es cierto que causa la salivacion, aunque rara vez. Macquer, *Dicc. de Química.* *

EVAPORACION. Tránsito ó elevacion á la atmósfera, de las partículas mas sutiles de los cuerpos, ó que pueden llegar á ser tales por la accion del calor ó del ayre.

[Casi todos los cuerpos líquidos y la mayor parte de los sólidos expuestos al ayre, por sola la accion de este fluido, ó ayudada de un calor moderado, suben poco á poco á la atmósfera, unos enteramente, y otros en parte; á cuyo tránsito ó elevacion, ya total, ya parcial de los cuerpos á la atmósfera llaman los Físicos *Evaporacion.* Los cuerpos elevados al ayre de este modo se sostienen en él, en tal estado, que absolutamente son invisibles, hasta que verificándose alguna mutacion en la misma atmósfera, se reunen sus partículas en pequeñas masas que turban sensiblemente la transparencia del ayre: por exemplo, el ayre está (como manifestarémos mas adelante) lleno de agua en todos tiempos, la que se ha elevado por la *Evaporacion*, quedando invisible hasta que nuevas circunstancias reunan sus moléculas dispersas en pequeñas masas que turban sensiblemente su transparencia. Esto distingue á la *Evaporacion* de la subida á la atmósfera de ciertos cuerpos pequeños y leves, como los granos de polvo que solo suben y se sostienen allí por el impulso mecánico del ayre agitado; que en el ayre conservan su mismo volúmen y opacidad; y vuelven á caer en el momento que el ayre dexa de agitarlos.

Los liquores que se evaporan con la mayor rapidez

son

son principalmente el agua pura, los vinos, el espíritu de vino, el éter vitriólico y nitroso, el espíritu volátil de sal amoniaca, el ácido nitroso fumante, el ácido sulfuroso; este último es tan volátil, que segun el testimonio de *Stahl* (*Observ. et Animad. ccc.* §. 37.) expuesto al ayre libre, se evapora veinte veces antes que igual cantidad de espíritu de vino el mas bien rectificado: este ácido parece se evapora con mas rapidez que todos los líquidos que acabo de citar; y los demas con corta diferencia, segun el órden en que los he colocado: *Maitán* probó por medio de varios experimentos, que el espíritu de vino se evapora ocho veces mas pronto que el agua. (*Véase su Disertacion sobre el hielo.*)

Mucho tiempo ha que los Físicos observáron que el agua era la principal materia de la *Evaporacion*; y para convencerse de esta verdad, bastó notar que los cuerpos líquidos ó húmedos eran los mas susceptibles de *Evaporacion*; y que las partículas que suben por este medio de casi todos los cuerpos, aun los sólidos, recibidas y juntadas en vasijas convenientes, se presentaban baxo de cierta forma líquida: luego siendo el agua la base de todos los líquidos de la Naturaleza, fué fácil inferir que los cuerpos perdian principalmente agua por la *Evaporacion*. El ayre no presènta mayores dificultades: conteniéndose este fluido con abundancia en toda especie de agua, es claro que debe subir á la atmósfera con ella: mas adelante verémos que este ayre hecho elástico por el calor, contribuye á acelerar la *Evaporacion* del agua.

¿Cómo, y por qué mecanismo pueden las partículas de que hablamos elevarse á la atmósfera, y sostenerse en ella? Negándose á los sentidos y á los experimentos estas partículas y las del fluido en que suben, por su extrema pequeñez, han procurado los Físicos responder á esta qüestion por medio de hipótesis, que aunque ingeniosas, parece tienen todas el defecto general de esta clase de sistemas, es decir, de ser gratuitas, y poco conformes á la

Na-

Naturaleza: darémos la mas exâcta idea que ser pueda de estas diferentes suposiciones, señalando al mismo tiempo las dificultades que presentan en nuestro modo de entender.

Los cuerpos susceptibles de *Evaporacion* se evaporan con tanta mayor rapidez, quanto se calientan mas; y esta sencillísima observacion dió sin duda lugar á la hipótesis adoptada con mas generalidad sobre el mecanismo de la *Evaporacion*: se ha supuesto, que enrarecidas por el calor las moléculas del agua, ó, lo que viene á ser lo mismo, por la adhesion de las partículas ígneas, su peso específico disminuia tanto, que las moléculas hechas mas leves que el ayre podian subir en este fluido, hasta llegar á una capa de la atmósfera, cuya pesadez específica fuese igual á la suya. *Los vapores*, dice *s Gravesande*, (*Elem. de Física, prim. edic. §. 2543.*) *se elevan al ayre, y se sostienen á diferentes alturas, segun la diferencia de su constitucion, y la del ayre*, y con este motivo cita el párrafo 1477, en que dice: *suponiendo que el fluido y el sólido son de igual gravedad específica, este cuerpo no subirá, ni baxará, sino que quedará suspendido en el fluido á la altura en que se le haya puesto.*

Las palabras de este hombre respetable, que acabo de citar, bastan para dar una idea precisa de esta opinion: procurémos manifestar con brevedad, que es contraria á la observacion. En primer lugar preguntaré á los Físicos que la siguen, ¿qué grado de calor creen se necesita para enrarecer las moléculas de agua, en términos que se vuelvan específicamente mas leves que el ayre? Si consultan las observaciones, se verán precisados á fixar este grado mucho mas abaxo del término del hielo, porque este se evapora aun en los frios mas rigurosos (*Véase la Disertacion sobre el hielo de* Mairán, *pág. 308*); pues no creo que nadie de buena fe pueda mirar este grado de calor, como capaz de hacer al volúmen de las moléculas de agua ochocientas veces mayor; y á poco que se reflexîone, se conocerá quan fácil seria probar todo lo contrario contra

tra *Musschembroeck*, que procuró manifestar, valiéndose de cierto cálculo, que el calor del término del hielo podia enrarecer las moléculas de agua, hasta volverlas específicamente mas leves que el ayre. De este modo discurria: „hemos visto que el vapor del agua hirviendo es 14000 veces mas ralo que la misma agua; es así, que el calor de este vapor es entonces en el termómetro de 212 grados; y el calor del estío, á mediodía, de 90 grados, luego el vapor del agua calentada como se ha dicho, será entonces 5943 veces mas ralo que el agua; y suponiendo que el calor del termómetro es de 32 grados, será preciso que el vapor sea 2113 veces mas raro que el agua; es así que el ayre por lo comun solo es 600, 700 ú 800 veces mas ralo que el agua; luego el vapor será tambien mas raro que el ayre. Pero quando el termómetro está á los 32 grados, hiela, y por consiguiente el vapor podrá salir del agua y del hielo en invierno, y elevarse entonces al ayre." *Ensayo de Física, pág. 739.*

Mas, claro está que el célebre Físico se engañó en este lugar; y sin detenerme en impugnar lo esencial de su cálculo, me contentaré con observar, que si en lugar del termómetro de *Farenheit*, que pone el término del hielo en el grado 32, se hubiese valido del de *Reaumur*, que señala el mismo término en cero, hubiera inferido del mismo cálculo, que el calor del término del hielo no era capaz de enrarecer en modo alguno las moléculas de agua.

Por otra parte, aun quando se concediese por un instante la posibilidad de esta suposicion, no por esto seria mas dificil manifestar, que la Naturaleza no se conforma con esta opinion. En efecto, este parecer excluye toda idea de uniformidad en la reparticion de los vapores sobre toda la extension de la atmósfera; supone necesariamente que en los grandes calores del estío, las partículas de agua muy enrarecidas deberian subir mucho, y abandonar la parte de la atmósfera inmediata á la tierra; que al contrario en invierno estas mismas partículas condensadas y mas

pe-

pesadas, deberian hallarse en mucha mayor cantidad cerca de la tierra que en el estío: pero lo contrario sucede como he probado en la Memoria ya citada. Me parece que estas observaciones bastan para hacer ver, que si las moléculas de agua se elevan en el ayre, no es porque se vuelvan específicamente mas leves que las de este fluido; y que no se debe creer que las partículas, subiendo y sosteniéndose en la atmósfera, siguen las mismas leyes que un cuerpo sólido esparcido en este fluido. No insistiré mas tiempo en rebatir esta opinion, porque creo inútil amontonar un gran número de argumentos contra semejantes suposiciones, de que prescinden los Físicos absolutamente, y que aun sus mismos Autores defienden con poco calor.

Hamberger conoció la poca verosimilitud de la hipótesis que acabamos de impugnar; y habiéndola refutado con solidez en sus *Elementos de Física*, y en su excelente Disertacion sobre *las causas de la elevacion de los vapores*, substituye en su lugar otra que le parece mas conforme con las observaciones; pero que, exâminada segun las leyes de la sana Física, me parece presenta á lo menos tantas dificultades como la primera. „Si suponemos, dice, *pág. 57*, de la Disertacion que acabamos de citar, que la molécula susceptible de *Evaporacion*, mientras todavía está contigua al cuerpo del que procura alejarse, queda rodeada en su superficie interior de partículas ígneas, y por su parte superior contigua al ayre; en esta suposicion, siendo el fuego y el ayre fluidos mas leves que la molécula, se adherirán á ella; luego obrarán en ella; pero con desigualdad: el ayre obrará con mas fuerza que el fuego, por la diferencia que hay entre las gravedades específicas de estos dos fluidos; y por consiguiente la molécula susceptible de *Evaporacion* tenderá hácia las dos partes opuestas por una reaccion desigual, esto es, con mayor fuerza hácia arriba que hácia abaxo." De este modo explicaba el mecanismo del tránsito de una molécula

eva-

evaporable en el ayre; pero esta explicacion me parece que padece objeciones á que seria dificil satisfacer. En efecto, *Hamberger* supone, que una molécula que se halla en la superficie de un cuerpo evaporable, del agua, por exemplo, se eleva en el ayre, porque adhiere mas al ayre superior, que á las partículas ígneas, que la ciñen inferiormente; pero en esta explicacion hace enteramente abstraccion de la cohesion de las moléculas de agua entre sí: ¿pero qué cuerpos se podrá suponer de buena fe, que se tocan, y que tienen una fuerza de cohesion, no confesando que las moléculas de agua, reunidas en masa, se tocan y atraen recíprocamente por una fuerza de cohesion? (*Véase* Cohesion.)

El mismo *Hamberger* parece que conoce tácitamente la poca verosimilitud de esta explicacion; pues en la edicion de sus *Elementos de Física* de 1750 ya no dice que la *Elevacion* de estas partículas evaporables se deba á su mayor adhesion al ayre superior, que á las moléculas ígneas que las ciñen inferiormente; se contenta con decir, en general, que pasando las moléculas ígneas de los cuerpos calientes al ayre mas frio que los cuerpos, se llevan consigo las partículas evaporables; pero, á pesar de esta modificacion, la hipótesis queda siempre poco conforme con las observaciones. Suponiendo con *Hamberger*, que la *Evaporacion* se hace por el tránsito de las partículas ígneas de los cuerpos evaporables al ayre mas frio que estos cuerpos, se seguirá necesariamente que no se verificará *Evaporacion* siempre que los cuerpos susceptibles de ella esten tan frios ó mas que el ayre; lo qual se opone evidentemente á la observacion.

Hamberger, en la Obra que acabamos de citar hace una adicion mas esencial á su primera hipótesis; pues asegura que las partículas evaporables que se hallan en la superficie de los cuerpos, pasan al ayre por disolucion, *modo solutionis* (*Elementos de Física*, §. 477.), y con este motivo cita el párrafo 242, en que se propone expli-

plicar el mecanismo de la disolucion, y en que determina el modo con que las partículas del cuerpo disuelto se colocan en los intersticios de las moléculas del disolvente. No es *Hamberger* el único que haya dicho, que la *Evaporacion* se hacia por una especie de disolucion: habiendo muchos Físicos adoptado, como él, una hipótesis sobre la disolucion, creyéron explicar el mecanismo de la *Evaporacion*, diciendo que era semejante al de la disolucion.]

Le Roy, Dr. en Medicina de la Facultad de Montpeller, piensa de otro modo acerca de la *Evaporacion*: es como sigue: y puede verse en las *Mem. de la Acad. año de 1751, pág. 484 y sig.*

„Nadie, dice, ignora que el agua puede cargarse de sal, y sostenerla en el estado de verdadera disolucion; ademas se sabe, que la mezcla de agua y de sal tiene algunas propiedades particulares; que, por exemplo, cierta cantidad de agua en un grado de calor dado, solo puede mantener en disolucion una cantidad determinada de sal; que saturada de sal en un grado de calor dado, podria volver á disolver otra, si se la calentase mas; que al contrario, si llegase á enfriarse, necesariamente dexaria se precipitase una parte de la sal que mantenia en disolucion. Aplicaré á la mezcla de ayre y de agua, que constituye nuestra atmósfera, lo que acabo de decir acerca de las disoluciones de las sales en el agua, que es el objeto principal de la primera parte de esta Memoria. Propóngome, pues, hacer ver, que el ayre de nuestra atmósfera contiene siempre agua en el estado de verdadera disolucion; que ninguna cantidad determinada de ayre, en un grado de calor dado, puede mantener en disolucion cierta cantidad de agua; que saturado de agua, á un grado de calor dado, podria disolver otra nueva, si se le calentase mas; que al contrario, si saturado de agua, á un cierto grado de calor dado, llega á enfriarse, necesariamente dexa que se precipite una parte del agua que tenia en disolucion."

ARTICULO I. *El agua padece en el ayre una verda-*

de-

dera disolucion. „Esta proposicion puede demostrarse fácilmente con un experimento que conoce todo el mundo; pero en el que no se habia puesto toda la atencion que merece: redúcese solo á poner en verano yelo en un vaso muy seco; inmediatamente despues se obscurece este; y sus paredes exteriores se cubren de una infinidad de burbujitas de agua; luego el agua, que en este experimento se pega en gran cantidad á las paredes del vidrio, se hallaba suspendida en el ayre que la rodeaba; y como ella no turbaba su transparencia, pues este experimento sale mejor en el tiempo mas sereno, es claro que se contenia en él en un estado de verdadera disolucion. Las primeras reflexîones que hice acerca de este experimento me lleváron de conseqüencia en conseqüencia á todas las proposiciones que procuraré establecer en esta Memoria."

Articulo II. *Esta disolucion tiene las mismas propiedades que la disolucion de la mayor parte de las sales en el agua.* „El ayre calentado á un grado de calor dado solo puede mantener en disolucion una determinada cantidad de agua; y si estando cargado de esta cantidad de agua se llega á enfriar, dexa se precipite una parte del agua que tenia en disolucion (*a*); y al contrario, si se calienta, todavia puede disolver mas. Me parece que el experimento siguiente demuestra con evidencia la verdad de lo que acabo de exponer.

„A principios de Agosto del año pasado, estando el tiempo muy sereno, tomé una botella redonda de vidrio blanco; tapéla exâctamente; solo contenia ayre cuyo calor se hallaba aquel dia al grado 20 del termómetro de *Reau-*

(*a*) „En esta Memoria hago uso de las palabras *precipitar* y *precipitacion* en el sentido de los Químicos, para designar el *tránsito* del estado de verdadera disolucion de un cuerpo en un menstruo al estado de simple division mecánica." De los cuerpos, que del estado de disolucion han pasado al de division mecánica, unos caen al fondo del licor, otros se juntan en su superficie, y otros quedan suspendidos en ella.

Reaumur; dexé esta botella en la ventana, y pasados algunos dias, observé por la mañana, que habiendo el frio de la noche hecho baxar el termómetro al grado 15, ya habia este frio sido causa de que se precipitase una parte del agua disuelta en el ayre encerrado en mi botella: esta agua se habia juntado en gotitas hácia la parte superior, que siendo la mas expuesta, debia enfriarse primero. Hecha esta observacion, pasé mi botella encima de la azotea de nuestro *Observatorio*; fixéla sobre el apoyo del anteojo de la máquina paraláctica; puse en este mismo lugar un termómetro; y visitando todas las mañanas á mi botella, advertí, que en el grado 15 se formaba un rocío en la parte interior y en la superior de la botella, y que era tanto mas considerable, quanto mas habia hecho el frio de la noche, que el termómetro baxase; finalmente en el sexto grado, el rocío que se formaba en el interior de la botella era tanto, que creí poder inferir de él, que una gran parte del peso del ayre, á lo menos en verano, debe atribuirse al agua que mantiene en disolucion. Quando el calor era bastante fuerte, el ayre contenido en la botella disolvia de dia el agua que se habia precipitado de noche.

He aquí otro experimento que en substancia no se diferencia del anterior, y que pide mucho menos tiempo. Tomo, un dia de verano, un globo de vidrio blanco (*a*); tapo su boca con exâctitud (*b*); y exâminándole con la mayor atencion posible, no se puede descubrir una sola gotita de agua. Preparado así este globo, le coloco en un gran

(*a*) „Me valgo de globos enteramente nuevos, para que no se pueda sospechar, que en ellos se haya puesto agua. Quanto mayor es este globo, mas claro es el éxîto del experimento, pues la superficie de los globos no aumenta en la misma razon que la cantidad de ayre que contienen."

(*b*) „Primero pongo sobre la boca un pedazo de naype, y despues varias capas de cera derretida; sobre la cera añado mortero comun, extendido y muy seco sin hendeduras: finalmente lo cubro todo con un lienzo enlucido con otro mortero hecho de clara de huevo y cal."

gran cubilete lleno de agua enfriada hasta el término del yelo, de modo que una parte del globo esté contigua al agua; habiendo dexado las cosas en este estado durante tres ó quatro minutos, saco el globo; y enxugada la parte mojada, que estaba contigua al agua, se la halla cubierta interiormente de burbujitas de agua: esta agua se vuelve á disolver á medida que se calienta el globo; dexando despues calentarse el agua contenida en el cubilete, y exponiendo á ella varias veces el globo, se observa, que quanto menos fria es el agua del cubilete, menor es la cantidad de agua que se precipita, y que al fin, pasado cierto grado, ya no se precipita nada. En este experimento pongo solo una parte del globo en el agua fria, á fin de concentrar en un corto espacio el agua que se precipita: si se sumergiese todo el globo en el agua fria, el agua que se precipitaria no seria suficiente para extenderse sensiblemente sobre toda la superficie interior del globo."

Alguno podria pensar, que aunque solo me valí de globos nuevos, sin embargo el ayre hubiese podido introducir partículas de agua, que extendidas por toda la superficie del globo, no se advirtiesen, y solo llegasen á ser sensibles en este experimento, porque la desigualdad de calor de las paredes del globo las juntase en el lugar mas frio: cuya idea podria hacer se dudase de si el experimento actual en efecto es demostrativo. Por esta razon he creido que no seria inútil precaver esta objecion con el experimento que sigue: tomé un globo de vidrio, tapado como dixe arriba; en este experimento el agua enfriada hasta el grado ocho, producia una precipitacion muy sensible sobre la parte del globo que le estaba contigua; en el grado 10 no se verificaba precipitacion alguna; enfriada el agua hasta este grado, expuse el globo al Sol; no puede dudarse de que en este último caso, el calor de la parte del globo, que estaba fuera del agua, excedia mas al calor de la parte del globo que se hallaba contigua al agua, que quando el globo permanecia en el quarto, estando el agua fria hasta el

el grado ocho, y con todo no se verificaba precipitacion alguna; de donde se infiere, que la desigualdad de calor de las diferentes partes del globo, no basta para producir este efecto; y por consiguiente, que las gotitas de agua, que en este experimento se precipitan sobre la parte del globo contigua al agua fria, no estaban antes extendidas sobre toda la superficie interior del globo, y, en una palabra, que este experimento demuestra efectivamente lo que deseábamos probar."

„En el Artículo anterior hemos demostrado, que el agua se sostiene en el ayre en estado de verdadera disolucion (*a*): ahora, pesando con atencion todas las circunstancias de los dos experimentos que acabo de referir, será preciso convenir en que demuestran quanto diximos al principio de este Artículo. Debemos observar tambien, que así como las sales, cristalizándose, conservan una parte del agua que las mantenia en disolucion; del mismo modo, el agua que se precipita, conserva una parte del ayre que la tenia en disolucion; así como muchas sales, privadas de su agua de cristalizacion, la vuelven á tomar, expuestas al ayre, así tambien el agua despojada, séame permitida esta frase, de su ayre de cristalizacion, le vuelve á adquirir inmediatamente despues: de donde se sigue, que hay una perfecta analogía entre la disolucion de las sales en el agua, y la del agua en el ayre; de suerte, que el Físico que pueda desenvolver el mecanismo de la disolucion de las sales en el agua, explicará al mismo tiempo el mecanismo de la elevacion y de la suspension del agua en el ayre, y dará, para decirlo así, la llave de la explicacion completa y exâcta de la formacion de muchos metéoros."

ARTICULO III. *Modo de determinar las causas que hacen variar la cantidad de agua que el ayre libre tiene en*

(*a*) „Ademas del agua verdaderamente disuelta, el ayre suele contener agua superabundante, que turba su transparencia, y forma las nubes y las nieblas: claro está que aquí solo se trata de la primera."

en disolucion. „El ayre de nuestra atmósfera no contiene siempre la misma cantidad de agua en disolucion; pues dos causas principales, el viento y el calor, la hacen variar muy considerablemente. Antes de individualizar las observaciones que he hecho sobre el particular, debo explicar lo que entiendo por *el grado de saturacion del ayre*; describir el experimento de que me valgo para determinarla; y reconocer la mas ó menos agua que el ayre tiene en disolucion.

Mas arriba demostramos, que el ayre puede disolver tanta mas agua, quanto está mas caliente. Esto supuesto no es dificil comprehender, que en todo tiempo hay cierto grado de fuego en que el ayre se saturaria de agua; llamo á este grado *grado de saturacion del ayre*. Supongamos, para mayor claridad, que el 28 de Agosto el ayre de la atmósfera contenga en disolucion tal cantidad de agua que se saturase de ella en el décimo grado: en este dia el ayre podria enfriarse hasta este grado sin que se precipitase parte alguna del agua que mantenia en disolucion; enfriado á esté grado, no podria volver á disolver el agua; enfriado á un grado menor, necesariamente abandonaria una parte del agua que tuviese en disolucion, y dexaria precipitar una cantidad tanto mayor, quanto el frio fuese mas fuerte: en este caso, el décimo grado se llamará *grado de saturacion del ayre*. Claro está, que quanto mas subido es el grado de saturacion, tanta mas agua en disolucion contiene el ayre; de donde se sigue, que observando cada dia el grado de saturacion del ayre, y exâminando al mismo tiempo las circunstancias del tiempo, se puede llegar con facilidad al conocimiento de las causas que hacen variar la cantidad de agua que el ayre contiene en disolucion: he aquí el experimento fácil de que me valgo para determinar el grado de saturacion del ayre, supuesto que el grado sea superior al término del yelo (*a*).

„To-

(*a*) „Aunque por medio de este experimento solo se pueda determi-

„Tomo agua enfriada hasta el punto de hacer que se precipite sensiblemente la que contiene el ayre en disolucion, sobre las paredes exteriores del vaso en que se halla; pongo alguna agua de esta en un gran vaso muy enxuto ó seco, sumergiendo en ella la bola de un termómetro á fin de observar su grado de calor (*a*); déxola calentar medio grado, despues de lo qual la trasiego á otro vaso. Si á este nuevo grado el agua disuelta en el ayre se precipita todavia sobre las paredes exteriores del vaso, sigo dexando calentar el agua de medio en medio grado hasta haber llegado al grado, pasado el qual ya no se precipita nada: este grado es el de saturacion del ayre. Por exemplo, la tarde del 5 de Octubre de 1752, estando el calor del ayre al grado trece, el agua que contenia en disolucion, comenzaba á precipitarse sobre el vaso enfriado al quinto y medio grado; encima de este grado la superficie exterior del vaso quedaba seca; baxo de este grado, el agua que se precipitaba del ayre sobre el vaso era tanto mas considerable, quanto mas frio estaba el vaso. Bien se ve que aquel dia el grado de saturacion del ayre era algo superior al quinto grado y medio, supuesto que enfriado hasta este punto, comenzaba á dexarse precipitar una parte del agua que contenia en disolucion: luego por medio de este experimento se puede determinar, en diferentes tiempos, el grado de saturacion del ayre, y de este modo reconocer las causas que hacen variar la cantidad de agua que tiene en disolucion."

No

minar la mas ó menos agua que contiene el ayre en disolucion, para los tiempos en que el grado de saturacion es superior al término del yelo, sin embargo creo, que nadie me disputará que las conseqüencias que saco, tambien pueden aplicarse á los tiempos en que este grado es inferior al término del yelo."

(*a*) „Para hacer este experimento con facilidad y exâctitud se deben emplear termómetros de espíritu de vino, cuya bola y tubo sean tan pequeños como ser pueda: los de que yo me valgo estan graduados por la division de *Reaumur*."

No debo omitir aquí una objecion que me propuso un sabio Físico, y que á primera vista, parece destruye la teoría que he procurado establecer; es la que sigue. Segun los experimentos de algunos Físicos, el agua se evapora en el vacío; luego puede elevarse sin el auxîlio del ayre, y sin que se sostenga en él en estado de disolucion. Pero si el Físico hubiera advertido, que el agua contiene una inmensa cantidad de ayre del que no se la puede purgar enteramente; y que ella no puede evaporarse sin que se desprenda el ayre que contiene, fácilmente hubiera conocido que la objecion encierra una paradoxa; y que es imposible, que un espacio que contiene agua que se evapora, quede perfectamente vacío de ayre.

Tambien puede oponerse á *Leroy*, que si, como pretende, la *Evaporacion* fuese relativa al grado de calor del ayre, habria mucha menos en invierno que en verano; lo qual es evidentemente contrario á la observacion.

Es muy probable que sean muchas las causas que concurren para la *Evaporacion*; y así, adoptando, como dos de ellas, el grado de calor, y la propiedad que tiene el ayre de hacer lo que un disolvente, creemos que se les puede juntar; 1.º el choque del ayre, continuamente agitado sobre la superficie de los cuerpos, y que parece muy propio para ayudar á que se desprendan estas partículas de las masas á que pertenecen: 2.º la naturaleza del ayre, que estando en un cuerpo muy poroso hace lo que una esponja; y en el que estos cuerpecillos suben por la misma razon que los líquidos se elevan en los tubos capilares: 3.º los diferentes estados de la atmósfera, la direccion y duracion de los vientos, y quizá otras muchas causas que ignoramos. (*Véase* VAPOR.) (*Véase* CALORICO.)

* El objeto de la evaporacion es separar dos substancias, una de las quales, á lo menos, es líquida; y que tienen un grado de volatilidad muy diferente.

Esto es lo que se verifica quando se quiere obtener en el estado concreto una sal que se ha disuelto en el agua: se

calienta esta, y se combina con el calórico que la volatiliza: al mismo tiempo las partículas de la sal se acercan unas á otras; y obedeciendo á las leyes de la atraccion, se reunen y vuelven á parecer baxo su forma sólida.

Han creido algunos que la accion del ayre influia mucho en la cantidad del fluido que se evapora, lo que les conduxo á varios errores que importa manifestar. Hay seguramente una evaporacion lenta que se hace continuamente por sí misma al ayre libre, y en la superficie de los fluidos expuestos á la simple accion de la atmósfera; y aunque es cierto que esta especie de evaporacion puede considerarse hasta cierto punto como una disolucion por el ayre, tambien es seguro que concurre allí el calórico, pues siempre va acompañada de enfriamiento; por lo que se la debe considerar como una disolucion mixta; hecha en parte por el ayre, y en parte por el calórico. Pero en la evaporacion de un fluido que se mantiene siempre hirviendo, la evaporacion que obra el ayre es de poca monta en comparacion de la que causa la accion del calórico; hablando con propiedad, no hay en este caso evaporacion, y sí *vaporizacion*; y esta última operacion no se acelera en razon de las superficies evaporantes, sino en razon de las cantidades de calórico que se combinan con el líquido. Una corriente muy grande de ayre frio perjudica á veces á la rapidez de la evaporacion; porque quita parte del calórico al agua, y retarda por consiguiente su conversion en vapores. Así no hay inconveniente en cubrir hasta cierto punto las vasijas en donde se hace la evaporacion de un líquido mantenido siempre hirviendo, con tal que el cuerpo que le cubre sea por naturaleza poco á propósito para apoderarse del calórico, ó segun la expresion del Doctor *Francklin*, sea mal conductor del calor: los vapores salen entonces por la abertura que se les ha dexado, y se evaporan tanto y á veces mas que quando se dexa libre acceso al ayre exterior.

Como en la *Evaporacion* se pierde absolutamente el líqui-

quido que el calórico roba, y se sacrifica para conservar la substancia fixa con que estaba combinado, nunca se evaporán sino materias de poco precio, como es el agua. Quando tienen mas valor, se recurre á la destilacion, en la que se conservan al mismo tiempo el cuerpo fixo y el volátil.

Las vasijas que se usan para las *Evaporaciones* son peroles de cobre ó plata, y algunas veces de plomo; cacerolas ó cazos de cobre ó plata: evaporatorios de vidrio; aljofaynas ó cuencos de porcelana ó china; y barreños de tierra bien cocida y dura. Pero son preferibles los fondos de las retortas ó matraces de vidrio: su poco espesor y mucha igualdad los hace mas propios que otra qualquiera vasija, para resistir sin romperse á un calor fuerte é inesperado, y á las alternativas repentinas de calor y de frio. Se pueden hacer en el mismo laboratorio, y salen mucho mas baratos que los vasos evaporatorios que se compran en las tiendas. *Véase* el Tratado elemental de Química de Lavoisier, traducido al Castellano, en la Librería de Gomez.

* EUDIOMETRIA. Ciencia, cuyo objeto es determinar el grado de salubridad de los fluidos respirables. Los métodos que se emplean á este fin se llaman *Métodos Eudiométricos*; y *Eudiómetros* los instrumentos de que se hace uso en ellos (*a*).

Para tener verdaderos conocimientos eudiométricos se requiere necesariamente: 1º saber quales son las substancias favorables, y quales las perjudiciales á la respiracion: 2º poder determinar con métodos seguros, y al auxilio de instrumentos exâctos, los principios que entran en la composicion de los fluidos respirables en que se opera.

Siéndonos imposible, en el estado actual de nuestros conocimientos, verificar todas estas diferentes condiciones, resulta que la *Eudiometría* aun no ha llegado á su verdade-

(*a*) Memoria leida en la Academia de las Ciencias por Seguin el 28 de Marzo de 1791.

dero fin, y que solo despues que conozcamos mejor los miasmas disueltos en los fluidos respirables, poseerémos una Ciencia, de la que apenas sabemos otra cosa que su nombre.

Esta última asercion al pronto podrá parecer exâgerada; pero para convencerse de su verdad, basta reflexîonar un instante acerca de los resultados de nuestros últimos métodos eudiométricos. En efecto, ¿qué nos enseñan estos sino que este ó aquel fluido respirable contiene mas ó menos ayre vital que otro? ¿Pues qué, para determinar el grado de salubridad de un fluido respirable qualquiera, basta saber quanto ayre vital contiene? ¿Para completar el análisis de este fluido no seria necesario conocer los miasmas que puede mantener en disolucion, y para los que no tenemos asidero alguno? Por exemplo, si entramos en un quarto, que contenga un gran número de individuos, en el momento sentimos un olor que nos sofoca; pero sí, al auxîlio de nuestros eudiómetros, analizamos este ayre infecto, y le comparamos con el atmosférico circundante, solo hallamos una diferencia casi insensible en las proporciones de los principios que constituyen estos fluidos respirables.

Luego todavia distamos muchísimo de tener una Ciencia á que pueda darse el nombre de *Eudiometria*. Sin embargo, los estrechos límites de los conocimientos que hemos adquirido hasta el dia, relativos á este objeto, no presentan suficiente motivo de despreciarlos; pues al contrario debemos procurar extenderlos, perfeccionarlos, y he aquí el fin de mis nuevas investigaciones que sujeto al juicio de la Academia, y que creo merecen alguna atencion, porque proporcionan un medio de determinar con la mayor exâctitud el volúmen de los gases que entran casi siempre en la composicion de los fluidos respirables (*a*).

Al

(*a*) Debo observar que empleo la palabra *ayre* para designar los fluidos respirables, y la voz *gas* para distinguir á los que no lo son.

Al Dr. *Priestley* debémos el descubrimiento del primer método eudiométrico. La propiedad que advirtió en el gas nitroso de absorber el ayre vital que contienen los fluidos respirables, le sugerió la idea de un método, que despues han perfeccionado, quanto lo permite el principio que le sirve de base, *Fontana*, *Ingen-Housz*, *Landriani*, *Brezé*, *Magallanes*, &c. No describiré aquí los eudiómetros construidos segun este principio, porque son bastante conocidos, y solo observaré, que á pesar de los trabajos de los Físicos recomendables, que acabo de citar, todavia hay en este método hasta veinte principios que inducen en error, algunos de los quales son de tanta importancia, que no evitándolos, se colocaria al ayre atmosférico de mejor calidad en la clase de los fluidos mas mortíferos: ademas observaré que prescindiendo de estas consideraciones, el método de *Priestley* solo indica, que el fluido en que se opera, contiene mas ó menos ayre vital que otro, sin que jamas determine el volúmen absoluto de este principio vivificador.

Volta inventó despues otro eudiómetro, fundado en la detonacion del gas hidrógeno; pero suponiéndole libre de toda causa de error, únicamente puede servir, como el de que acabamos de hablar, para completar el análisis de los fluidos respirables, indicando sólo de un modo comparativo, y nunca absoluto, la cantidad de ayre vital que contienen estos fluidos.

Schéele propuso en seguida los sulfures; pero el tiempo que exîge cada experimento valiéndose de este método, restringió bastante su uso.

Fundados en todas estas razones varios Físicos, y en particular, *Guyton*, *Lavoisier*, *Fourcroy*, *Vauquelin* &c. determináron recurrir á la combustion del fósforo, y valerse del piróforo, para determinar las proporciones que exîsten entre el ayre vital y el gas ázoe, que constituyen la atmósfera.

La exâctitud que guardan estas combustiones tambien hi-

hizo que *Achard*, *Guyton*, *Reboul*, y quizá otros muchos Físicos sospechasen, que con el fosforo se podrian construir eudiómetros preferibles á los anteriores; pero parece que estos Sabios no siguiéron esta idea; pues nada han publicado sobre el particular; y por lo que á mí hace, si he realizado su sospecha, confieso con franqueza deberlo en gran parte á la casualidad.

En los primeros experimentos que hicimos *Lavoisier* y yo sobre la respiracion, determinábamos con el método que sigue el volúmen del ayre vital que contenian nuestros fluidos respirables, de los que introduciamos 12 ó 15 pulgadas cúbicas en una campanita llena de mercurio, de unas 3 pulgadas de diámetro sobre 5 ó 6 de altura: despues metiamos en esta campana una cápsula de hierro de cerca de 9 lineas de diámetro, sobre la que colocábamos, con un tubo de vidrio, un pedazo de fósforo que encendiamos por medio de un hierro caliente y encorvado. Para conseguir una combustion tan completa como fuese posible, sumergiamos en la capsulita el extremo del hierro encorvado, al que se pegaba un poco de fósforo encendido, y entonces le paseábamos en la parte superior de la campana, á fin de multiplicar los contactos. Quando ya no ardia este fósforo, sacábamos el hierro, dexábamos que se enfriase el aparato, y pasado cerca de un quarto de hora repetiamos la operacion: si la primera prueba se habia hecho con cuidado, el fósforo no ardia en la segunda; pero le calentábamos de tal modo que se volatilizaba. Luego entonces nos hallábamos en las circunstancias mas favorables para verificar la entera descomposicion del ayre vital: despues introduciamos en la campana un poco de álkali cáustico, á fin de absorber el gas ácido carbónico y el gas ácido fosforoso que podian haberse formado.

Este método de manipular, aunque exâcto, tenia sin embargo grandes inconvenientes. Quando el ayre vital era puro, la combustion se hacia con la mayor rapidez, y la parte superior de la campana, calentada demasiado pron-

to,

to, no resistia á esta repentina mutacion de temperamento, y se abria antes de concluirse el experimento: la humedad que podia reynar sobre el mercurio tambien facilitaba este accidente. Despues de muchos ensayos infructuosos al fin reconocimos, que las campanas de vidrio verde, y chatas por la parte superior eran preferibles á las de cristal, de las que con todo se quiebran no pocas. No sucede lo mismo quando se opera sobre ayre atmosférico, ó ayre vital menos puro; pero la incomodidad de introducir el hierro repetidas veces, hacia de desear se perfeccionase este método, que por otra parte nos presentaba un medio de determinar con mucha exâctitud el volúmen del ayre vital contenido en nuestros fluidos respirables; bien que no nos hubiéramos ocupado en este asunto, á no habernos favorecido la casualidad. Quisimos un dia operar sobre 100 pulgadas cúbicas; pero siendo nuestra campana demasiado chica para hacer este ensayo de una vez, comenzamos consumiendo 20 pulgadas; y á fin de abreviar la operacion, tanto mas quanto el residuo solo era de una pulgada poco mas ó menos, nos pareció inútil limpiar la campana, y determinámos introducir en ella inmediatamente otras 20 pulgadas del fluido respirable que analizábamos; persuadidos siempre de que nos veriamos precisados á meter segunda vez el hierro candente para encender el fósforo que habia quedado en la cápsula, y el que pensábamos volver á introducir despues; pero nos asombramos no poco al ver que nuestro fósforo se inflamaba inmediatamente que se hallaba en contacto con las ampollitas que introduciamos en la campana: de este modo continuamos hasta que hubimos empleado nuestras 100 pulgadas cúbicas, cuidando solo de meterlas de ampollita en ampollita, para no producir en el instante un temperamento demasiado elevado.

Este fenómeno no nos sorprehendió al pronto porque no le reflexîonamos luego. En efecto, ya habiamos observado, que quando sacábamos nuestra capsulita, el fósforo que todavia contenia se inflamaba inmediatamente que se ha-

lla-

llaba en contacto con el ayre atmosférico, probablemente por su primer grado de oxîdacion; pero ni siquiera habiamos pensado en sacar partido de esta observacion, y solo despues del exâmen del último fenómeno que acabo de describir, creimos que se podria construir un nuevo *Eudiómetro* preferible en un todo á quantos se habian empleado hasta entonces; con lo que hice algunos ensayos, y el éxîto fué mejor de lo que esperábamos. En el dia nos valemos del aparato siguiente: redúcese á un tubo de vidrio ó cristal de cerca de una pulgada de diámetro, sobre 7 ú 8 de altura, cerrado en la parte superior, y algo mas abierto en su parte inferior: llénase de mercurio, y se le introduce un pedacito de fósforo, el qual, en virtud de su menor peso específico, sube arriba; derrítese este fósforo con el calor de una ascua que se arrima al exterior de la campana (a); y despues se introducen en el tubo porcioncitas del ayre que se quiere ensayar, y que probablemente se ha aforado en una campana graduada con cuidado. Continúase la combustion hasta el fin de la operacion; pero para mayor exâctitud, se vuelve á calentar con fuerza el residuo, y despues que se ha enfriado, se le pasa á una campanita aforada al mismo tiempo que la primera; y la diferencia de ambos volúmenes indica la cantidad de ayre vital que contenia el ayre que se sujetó al experimento.

Quando el temperamento de la atmósfera es de 15 ó 20 grados ni siquiera se necesita calentar el fósforo al principio de cada ensayo, pues se enciende por sí mismo, poniéndole en contacto con el ayre vital, y entonces produce el efecto de un eslabon fosfórico: creo que su primer grado de oxîdacion contribuye mucho para esta fácil inflamacion.

A falta de tubos semejantes á los de que acabamos de hablar, pueden emplearse embudos cerrados en la lámpara del

(a) Es preciso soplar al fuego ó ascua para producir un calor mas fuerte; pero debe cuidarse de que no toque al vidrio.

del esmaltador; pues son muy á propósito para este fin.

Estos embudos cerrados no cuestan arriba de diez quartos, y los *Eudiómetros* cilíndricos escasamente dos reales: luego este método eudiométrico es muy pronto, muy exâcto, poco costoso, y en fin tan perfecto como ser puede: quando solo se quiere determinar el volúmen de los gases que entran en la composicion de los fluidos respirables. (*Anales de Química* por Guyton &c.) (*Véase* GAS.) *

EUDIOMETRO. Nuevo instrumento de Física, destinado á medir la pureza del ayre mezclándolo con el gas nitroso. Este instrumento inventado por el Abate *Fontana*, se compone de un tubo de vidrio largo y estrecho, de un diámetro interiormente muy igual, dividido en medidas iguales por medio de una rayita hecha á punta de diamante encima del tubo. Cada una de estas medidas se subdivide en cien partes iguales, valiéndose de una regla de cobre, dividida de este modo, que se señala en el tubo, cuya superficie interior conviene se deslustre con esmeril fino, á fin de que el agua no adhiera á ella en gotas esparcidas acá y allá. La segunda pieza, que es parte necesaria del *Eudiómetro*, es tambien un tubito de vidrio, con corta diferencia del mismo diámetro que el grande, y como él deslustrado interiormente con esmeril, y que tenga una capacidad precisamente igual á la de una de las divisiones mayores del tubo grande. Esta pequeña medida está fixa á un boton de cobre, guarnecido de una corredera colocada en el orificio de la medida, y que sirve para asegurarse de que esta pequeña medida siempre se llena con igualdad de ayre ó de gas, y para mezclar en el tubo mayor, ayre y gas en diferentes proporciones, como diximos hablando del *gas nitroso*. (*Véase* GAS NITROSO, y EUDIOMETRIA.)

EUSTAQUIO. (*Trompa de*) (*Véase* TROMPA DE EUSTAQUIO.)

EXCENTRICIDAD. *Término de Astronomía*. Llámase *Excentricidad* del orbe de un planeta la mitad de

la diferencia que hay entre la distancia mayor y la menor de este planeta á su astro central; ó, lo que es lo mismo, la *Excentricidad* de la órbita de un planeta es la distancia que hay desde el centro de la elipse que corre el planeta, al uno de sus focos.

Todos los planetas se mueven en órbitas elípticas, á uno de cuyos focos ocupa su astro central; de donde se sigue, que se hallan á una distancia ya mayor, ya menor de su astro central. La diferencia que hay entre la distancia mayor y la menor se expresa con una línea recta tirada desde un foco al otro de la elipse, y la mitad de esta diferencia, que es la distancia del centro de la elipse al uno de sus focos, es lo que se llama *Excentricidad* del orbe del planeta.

Las Excentricidades de las órbitas de todos los planetas no estan en la misma proporcion con su distancia á su astro central, esto es, por exemplo, la diferencia de la distancia mayor á la menor de los planetas del primer órden al Sol no es la misma para todos; pues es muy considerable respecto de los unos, y muy pequeña respecto de los otros; de suerte que unos corren órbitas muy elípticas, al paso que otros corren órbitas muy poco elípticas, y que se aproxîman mucho al círculo. Por exemplo, la diferencia de la distancia mayor á la menor de Mercurio al Sol es de mas de un tercero, y la diferencia de la distancia mayor á la menor de Venus al mismo astro solo es de $\frac{1}{69}$ como puede verse en la Tabla que sigue, que da las distancias medias al Sol, y la *Excentricidad* de las órbitas de los siete planetas principales, expresadas en partes, de las quales contiene 1000000 la distancia media de la Tierra al Sol. (*Véase* PLANETA.)

TA-

TABLA DE LAS DISTANCIAS MEDIAS DE LOS PLANETAS PRIMITIVOS AL SOL, EN PARTES DE LAS QUE CONTIENE 1000000 SU DISTANCIA MEDIA DE LA TIERRA AL SOL; Y DE SUS EXCENTRICIDADES.

Nombres de los Planetas.	*Distancias medias.*	*Excentricidades.*
Mercurio.............	387100......	79700........
Venus....................	723330......	5050.......
La Tierra.............	1000000.......	16850.......
Marte....................	1523690.......	141700.......
Júpiter.................	5200980.......	250780.......
Saturno..................	9540070......	543810.......
Herschel...............	19081800......	47587.......

EXCENTRICO. Epíteto que se da á las figuras ó á los cuerpos que no tienen el mismo centro. Por exemplo, el círculo *A B E*, y el círculo *F G H* (*Lám. LVIII, fig. 5*) son dos círculos *Excéntricos*; porque el primero tiene por centro el punto *C*, y el segundo tiene por centro el punto *D*.

EXCENTRICOS. (*Círculos*) (*Véase* CIRCULOS EXCENTRICOS.)

EXCESO. Diferencia que indica en quanto supera una cantidad á otra: es la porcion en que una cantidad excede á otra cantidad con que se compara.

EXCITADOR. Instrumento de Electricidad inventado por *Romas* para excitar, sin riesgo, chispas que se sacan de un cuerpo electrizado por las nubes en tiempo de tempestad.

Este instrumento se compone de un tubo de vidrio, de algunos pies de largo, á uno de cuyos extremos se ha fixado un tubo de hoja de lata hundido por un extremo, y bastante parecido á un estuche comun de monda-dientes, de cuyo tubo de hoja de lata cuelga una cadena de hilo de arambre que llega al suelo quando se excitan las chispas. (*Véa-*

(*Véase* Cometa Electrico.) La materia eléctrica, cuya accion se propaga fácilmente en los metales, sigue la cadena de arambre con preferencia al tubo de vidrio que tiene en la mano la persona que excita las chispas; con lo que se liberta de los accidentes que podria experimentar sin esta precaucion: luego por medio de este instrumento se pueden sacar chispas tan fuertes como ser pueden, sin experimentar en la mano, ni en el resto del cuerpo ninguna conmocion. (*Véanse las Memor. presentadas á la Academia de las Ciencias por diferentes Sabios, tom. II, pág. 393.*)

Es necesario que el tubo de vidrio que forma el mango de este instrumento tenga, á lo menos, media pulgada de diámetro; que sea tan largo como se pueda, y que esté muy seco. El tubo de metal que se pega al extremo del tubo de vidrio puede ser muy corto; pero la cadena de metal que cuelga de este extremo del tubo ha de tener 10 ó 12 pies de longitud.

EXE. Línea recta que se supone inmóvil, al paso que el cuerpo á quien atraviesa hace su revolucion en torno de ella.

El *Exe* de una esfera, por exemplo, ó de un globo, es una línea recta que se supone pasa por el centro de la esfera, y termina en dos puntos opuestos de su superficie, que se llaman *Polos* (*Véase* Polo.): sobre estos dos puntos y sobre dicha línea hace la esfera su revolucion.

La Elipse tiene dos *Exes*, uno mayor y otro menor, que se cortan ambos en ángulos rectos, en un punto que es el centro de la Elipse: estos dos *Exes* son lo mismo que el diámetro mayor y menor (*Véase* Elipse.)

El *Exe* de un cono es una línea recta *A C* (*Lám. III, fig. 10*), que se supone parte del vértice *A* del cono, y termina en el centro *C* de su base, sucediendo lo mismo con todas las demas figuras regulares; porque solo estas pueden tener *Exes*.

Exe de la tierra. Línea recta que se supone pa-

sa por el centro de la Tierra, y termina en sus dos polos. Sobre esta línea hace la Tierra sus revoluciones diurnas de Occidente á Oriente. El *Exe de la Tierra* permanece siempre paralelo á sí mismo, durante todo el tiempo de la revolucion de la Tierra al rededor del Sol.

EXE DE INCIDENCIA. *Término de Optica.* Línea perpendicular *B H* (*Lám. LXXXVI, fig. 9*), elevada desde el punto de incidencia *B*, sobre la superficie reflectente ó refrangente *D E*.

EXE DEL MUNDO. Línea recta supuesta, que se imagina pasa, en el sistema de *Tolomèo*, por el centro de la Tierra, y termina en los polos del mundo. De aquí se infiere que el *Exe del mundo* no es otra cosa que el *Exe de la Tierra* prolongado hasta los polos del mundo: al rededor de este *Exe* parece que toda la máquina del mundo da una vuelta en veinte y quatro horas de Oriente á Occidente. (*Véase* ESFERA.)

EXE DEL ZODIACO. Línea recta que se imagina pasa por el centro del Sol, y termina en los polos del Zodíaco, que distan 23 grados, y 30 minutos de los polos del mundo.

EXE OPTICO. Línea recta que cae perpendicularmente sobre el ojo, y pasa por su centro; de suerte que se halla en la prolongacion del *Exe* del globo del ojo: la línea punteada *P Q* (*Lám. XXXV, fig. 2*) es el *Exe óptico.* Nosotros no vemos con bastante claridad los objetos sino quando se hallan en esta línea; y si los dos *Exes ópticos* concurren en un punto, y el objeto se halla colocado en él, le vemos todavia con mas claridad. Supongamos los dos ojos colocados en *A* y *B* (*fig. 5*), y que se vuelven de modo que los dos *Exes ópticos* concurran en el punto *C*: én este caso, el objeto colocado en *C* se ve con muchísima claridad.

[EXE EN EL PERITROQUIO, ó EXE EN EL TORNO, en Latin, *Axis in peritrochio*: es una de las cinco fuerzas motrices, ó una de las máquinas simples inventadas para levantar pesos. (*Véase* MAQUINA.)

Es-

Esta máquina se compone de una rueda representada por *A B* (*Lám. LXXXI*, *fig. 12*), móvil, con un cilindro que le es concéntrico al rededor del *Exe E F*. Dáse á este cilindro el nombre de *Exe*, y á la rueda el de torno: las palancas acomodadas al cilindro, aunque algunas veces no hay rueda, se llaman *rayos*. (*Véase* TORNO.)

Con el movimiento del torno se enrosca una cuerda en el cilindro, y hace subir el peso.

Refiérense al *Exe en el peritroquio* todas las máquinas en que se puede concebir que se hace el esfuerzo por medio de una circunferencia ó rueda fixada sobre un cilindro, cuya base está en el mismo plano que dicha circunferencia, como en las gruas, en los molinos, en los cabrestantes &c.

PROPOSICIONES ACERCA DEL EXE EN EL PERITROQUIO.

1º Si la potencia aplicada al *Exe en el peritroquio*, segun la direccion *A L* (*Lám. LXXXI*, *fig. 7*) es perpendicular al rayo, y si esta potencia es al peso *G*, como el rayo *C E* del *Exe* ó del cilindro es al rayo *C A* del torno; bastará la potencia para sostener el peso, ó el peso y la potencia estarán en equilibrio.

2º Si la potencia aplicada en *F*, obra segun la direccion *F D*, obliqua al rayo del torno, pero paralela á la direccion perpendicular, esta potencia ser áá una potencia igual que obrase en la direccion perpendicular *A L*, como el seno total es al seno del ángulo de la direccion *D F C*.

3º Las potencias aplicadas al torno en diferentes puntos *F K* &c. segun las direcciones *F D*, *K I* &c. paralelas á la direccion perpendicular *A L*, y formando equilibrio con el mismo peso *G*, son entre sí recíprocamente como las distancias al centro del movimiento *C D*, *C I* &c. (*Véase* PALANCA.)

Luego á medida que aumenta la distancia al centro del movimiento, disminuye la potencia en la misma proporcion, y *vice versâ*; de donde tambien se sigue, que supuesto que el rayo *A C* es la mayor distancia posible, y que la po-

potencia que obra en la direccion $A\ L$ le es enteramente perpendicular; esta potencia perpendicular será la menor de todas las que sean capaces de formar equilibrio con el peso G.

4º Si una potencia que obra en la direccion perpendicular $A\ L$, hace subir el peso G; el espacio corrido por la potencia será al espacio corrido en el mismo tiempo por el peso, como el peso es á la potencia.

Porque á cada revolucion del torno, la potencia habrá corrido toda la circunferencia del torno, y el peso habrá subido al mismo tiempo una cantidad igual á la circunferencia del *cilindro*: luego el espacio corrido por la potencia es al espacio corrido por el peso, como la circunferencia del torno á la circunferencia del *Exe*: es así que la potencia es al peso, como el rayo del *Exe* es al del torno; luego &c.

5º Dados una potencia A y un peso G, he aquí el modo de construir un *Exe en el peritroquio*, en que la potencia esté en equilibrio con el peso.

Sea tal el rayo del *Exe* que pueda sostenerse el peso, sin que dicho *Exe* se quiebre; y dígase despues: como la potencia es al peso, así el rayo del *Exe* es el rayo del torno.

Quando la potencia, pues, sea muy pequeña relativamente al peso, el rayo del torno deberá ser sumamente grande. Sea, por exemplo, el peso $= 3000$, y la potencia 50: en tal caso, el rayo del torno debe ser al del *Exe* para que haya equilibrio, como 60 es á 1.

Para remediar este inconveniente, se hace preciso aumentar el número de las ruedas y de los *Exes*, haciéndolos girar á unos sobre otros por medio de dientes y de piñones. (*Véase* RUEDA.)]

EXHALACIONES. Corpusculillos salinos, espirituosos ó aceytosos, que se exhalan de los cuerpos, y se esparcen en el ayre de la atmósfera.

De todas las substancias que se exhalan de los cuerpos,

pos, y pasan á la atmósfera, llámanse *vapores* todas las que participan de la naturaleza del agua; y las demas se conocen con el nombre de *Exhalaciones*, que sin duda contribuyen á la formacion de muchos meteóros, y principalmente de los inflamados. Digo que contribuyen á la formacion de estos meteóros, y no que únicamente los forman, porque la mayor parte de ellos son fenómenos eléctricos. (*Véase* METEORO.)

EXPANSIBILIDAD. Propiedad que tienen ciertos fluidos, por la que tienden sin cesar á ocupar un espacio mayor, cuya tendencia se verificaria, si no los detuviese algun obstáculo. Todos los fluidos elásticos, como el fuego, el ayre, los gases, y las substancias que han adquirido el grado de calor necesario para su *vaporizacion*, como el agua pasado el grado de su hervor, gozan de la *Expansibilidad*; de suerte que mientras tienen libertad de extenderse, no dexan de hacerlo: á lo menos, no conocemos el término sobre el qual dexarian de ser *Expansibles*. Por esta razon el ayre, por exemplo, siempre llena el vaso que le contiene, por corta que sea su cantidad.

Toda substancia *Expansible* tambien es compresible; porque solo cesa de extenderse mientras la detiene un obstáculo que la comprime; y si dexase de extenderse, dexaria de ser *Expansible*.

Es muy probable que la verdadera causa de la *Expansibilidad* es la elasticidad de estos fluidos, pues el resorte de sus partes tiende siempre á enrarecer la masa, y alejar estas partes unas de otras, por lo que dixéron sin duda *Newton* y otros muchos Físicos, que entre estas partes habia una *fuerza repulsiva*.

Esta *Expansibilidad* en ciertas substancias es capaz de vencer esfuerzos prodigiosos, como se ve en la inflamacion de la pólvora, en los vapores elásticos &c. (*Véase* BOMBA DE FUEGO.)

EXPANSIBLE. Epíteto que se da á las substancias que tienen la propiedad de tender continuamente á ocupar

un

un espacio mayor que el que ocupan : todas estas substancias de necesidad son compresibles y elásticas. (*Véase* Expansibilidad.)

EXPANSION. Accion por la que un cuerpo se extiende, se dilata al punto de ocupar un espacio mayor, ya por una causa interna, como la elasticidad, ya por una causa extraña, como el calor. (*Véase* Expansibilidad.)

EXPANSIVA. (*Fuerza*) (*Véase* Fuerza Expansiva.)

EXPANSIVO. (*Poder*) (*Véase* Poder Expansivo.)

EXPERIENCIA. Es lo mismo que experimento. (*Véase* Experimento.)

EXPERIMENTAL. Epíteto que se da á todo lo fundado en el experimento. Por esta razon la Física que se trata ó enseña por medio de experimentos se llama *Física Experimetal*; y es la única con que se pueda contar de un modo cierto. (*Véase* Fisica Experimental.)

EXPERIMENTO. Llámase así una prueba capaz de demostrar la verdad ó falsedad de algun hecho enunciado: con esta prueba repetida, si es necesario, se puede ó no hacer uso de este hecho para explicar otros hechos ulteriores.

Los Físicos jamas se excederán en proceder por medio de la experiencia, pues es el único que proporciona conocimientos ciertos, porque los raciocinios mas bien meditados al parecer, suelen desmentirse por algun *Experimento*, pudiéndose casi decir en general, que en la Física solo debe mirarse como cierto lo que demuestra la experiencia; pero para que el *Experimento* sea concluyente, es preciso que el Físico que le hace, sepa hacerlo con destreza, simplificarlo quanto se pueda, apartar de él toda causa extraña, ó á lo menos, separar bien todo lo que le sea accidental, y cuya influencia podria mudar su resultado.

Experimento de Leyden. Nombre que dió *Nollet* á un *Experimento* de Electricidad que se hizo la primera vez en *Leyden*, y en el que se recibe una violenta conmocion.

Hácese del modo que sigue: teniendo en la mano un vaso de vidrio ó de porcelana, como, por exemplo, una botella de vidrio delgado *A* (*Lám. LXXII, fig. 1*) llena en parte de agua en que se haya sumergido el extremo de una vara de metal electrizada *B C*, y acercando la otra mano á esta vara para excitar una chispa *C*, se experimenta una violenta y repentina conmocion en ambos brazos, y algunas veces tambien en el pecho, en las entrañas, y generalmente en todas las partes del cuerpo.

En Francia no se conoció este *Experimento* hasta principios del año de 1746 por dos Cartas fechas en *Leyden*, la una del difunto *Musschembroeck* al difunto *Reaumur*, y la otra de *Allaman* á *Nollet*. Como en ellas no se especificaba quien habia hecho este *Experimento* la primera vez, *Nollet* que fué el primero que le repitió en Francia, le llamó el *Experimento de Leyden*, nombre que ha conservado desde entonces, aunque despues se supo que *Cuneo* fué su Autor. *Nollet* exâminó este fenómeno en todas sus circunstancias, para poder decir en qué consiste esencialmente, y á qué causas se debe; de todo lo qual informó en una Memoria impresa entre *las de la Academia de las Ciencias para el año de 1746, pág. 1 y siguientes.* Seguirémos á este Sabio en la explicacion que vamos á dar de un hecho tan singular, como tambien en el pormenor de las circunstancias que pueden contribuir á que salga bien, ó se malogre el *Experimento*, y á que la conmocion sea mayor ó menor.

Todo nos indica é inclina á creer, que la materia eléctrica es un fluido muy sutil, muy elástico, que reside en todas partes, dentro como fuera de los cuerpos: luego se halla dentro de nosotros, y si juzgamos de él por la facilidad con que entra y sale, por la suma pequeñez de sus partes, y por la porosidad de nuestra propia materia; nos será fácil comprehender, que goza en nosotros de una perfecta continuidad, y que sus movimientos pueden ser semejantes á los de los demas fluidos que conocemos mejor. Si

Ves-

estando un tonel lleno de agua, se hiriese por algun lugar el licor que contiene, es constante que el choque se comunicaria á toda la masa liquida, y que todos los puntos de la superficie interior del vaso, lo sentirian: tambien es cierto, que si el licor, en vez de un solo choque, recibiese á un tiempo dos en partes opuestas, seria mas fuerte la conmocion general de que se acaba de hablar. Supongamos, pues, que el hombre que hace el *Experimento de Leyden* es un tonel lleno de materia eléctrica: esta materia de que está íntimamente penetrado es herida, y se vuelve á herir á un tiempo por dos lados opuestos en el momento que se excita la chispa, esto es, de una parte por la corriente de materia que sale del vaso *A*, dirigiéndose á la mano que le tiene, y de la otra por la corriente de materia que se dirige desde la vara de metal electrizada *C* á la otra mano que excita una chispa: estas dos repercusiones simultáneas causan la violenta conmocion que se siente en este *Experimento.*

No es dificil probar esta doble repercusion. Sabido es que la materia eléctrica se vuelve luminosa, quando se choca con ella: hágase, pues, que entren en el *Experimento* cuerpos diáfanos, y la conmocion se percibirá sensiblemente por una luz interna; y así, en lugar de una sola persona empleense dos, una de las quales tenga el vaso lleno de agua, mientras que la otra excite la chispa; y tenga cada una por un extremo un tubo de vidrio lleno de agua: quando la explosion se verifique, y experimenten los dos cuerpos animados el movimiento, el tubo intermedio que les une, brillará y despedirá un resplandor de luz tan repentino, y de tan corta duracion como lo es el golpe que hiere á las dos personas aplicadas á esta prueba. ¿No es sumamente probable que se veria en nosotros lo mismo, si fuéramos transparentes como el vidrio y el agua?

Igual efecto se conseguirá, si, en lugar de un tubo lleno de agua, las dos personas que hacen el *Experimento* se presentan mutuamente un huevo crudo á distancia

de algunas líneas (*Véase Lám. LXXII*, *fig.* 2): en el momento de la conmocion, siendo de noche, ó en algun lugar obscuro, se ve centellear la extremidad de ambos huevos, y los dos parecen igualmente llenos de luz.

Pero lo que convence de que en este *Experimento* el fuego eléctrico obra en dos sentidos opuestos, es que haciéndole penetrar cuerpos fibrosos ó blandos, como papel, carton, hojas de estaño batido &c., aplicándolos ya á la botella, ya á la vara de metal de que se saca la chispa, se hallan en los agujeros que abre en estos cuerpos barbillas por una y otra parte, las que prueban que estos agujeros se han hecho por agentes directamente opuestos. (*Véanse las Cartas sobre la Electricidad*, *de Nollet*, *I parte*, *pág.* 121 *y siguientes.*

Este doble choque producido por las dos corrientes de materia efluente que salen por una parte de la botella *A* (*fig.* 1), y por otra de la vara de metal de que se saca la chispa *C*, y que se dirigen contra la materia afluente que sale de las manos de los que hacen el *Experimento*; este doble choque, repito, es mas violento en el caso de que se trata, que en los demas, porque las chispas que se sacan de un conductor guarnecido de vidrio por aquella de sus extremidades que está opuesta al globo, son mas fuertes y sensibles que las que se sacaban de un mismo conductor sin estas circunstancias; porque la materia eléctrica impelida por el globo, atravesando con dificultad el espesor de la botella, refluye en parte por el conductor, y se precipita con tanta mayor fuerza sobre el dedo que se le presenta, por ser este dedo para ella un medio mas permeable; de lo que resulta un choque mas violento contra la corriente de materia afluente que va desde el dedo al conductor.

Luego estas dos corrientes, á saber, la que viene del conductor, y la que sale del dedo, se repercuten mutuamente; y segun la ley de los cuerpos con resorte, el refluxo del primero se anuncia con una ráfaga de luz, que por

lo regular llena la botella; y el del segundo se advertirá por una chispa, si la persona que hace el *Experimento*, en lugar de tocar á la botella con la otra mano, arrima un dedo de esta mano á un pedazo de metal, ó de qualquiera otro cuerpo semejante, no aislado.

Suponiendo, pues, que la persona, al sacar la chispa del conductor, tiene la otra mano aplicada á la botella, ó á la mano de alguno que tenga la botella, será fácil comprehender que en este lugar debe verificarse un violento golpe encontrado, causado por el encuentro de las dos corrientes que han retrocedido por el choque: este golpe encontrado causa la violenta conmocion que se siente en el *Experimento de Leyden*.

Para que este salga bien es preciso que el vaso que contiene el agua sea de vidrio ó de porcelana, de cristal de roca, de pedernal, de talco, ó de qualquiera otra materia dura del reyno mineral; pues no se conseguirá el mismo efecto con un vaso de metal, de madera, ó de qualquiera otra substancia propia para conductores; porque los cuerpos de esta última especie pierden su electricidad, en el momento que se les toca con algun cuerpo no aislado de la naturaleza de los conductores; bien que no sucede lo mismo con el vidrio, la porcelana &c. que pueden tocarse sin que pierdan su electricidad, aun quando la hayan recibido por comunicacion. Es esencialísimo, que la mano que toca á la botella, antes de excitar la chispa, no haga perder á la vara de hierro su electricidad; sin cuya circunstancia sería muy infructuoso hacer centellear esta vara con la otra mano; pero la vara perderia su electricidad, si la botella que está en su extremidad, y que se toca, fuera de metal ó de madera; lo qual no le sucede quando es de vidrio ó porcelana; luego este contacto que se hace en el vaso en nada altera el estado de la vara de hierro que le transmite la electricidad; luego en este caso ú otro igual se puede hacer que centellée la vara, y de este modo excitar la conmocion.

El

El contacto de los cuerpos de la naturaleza de los conductores no solo es causa de que la botella de vidrio no pierda su electricidad, antes parece que se la conserva mejor que el de los cuerpos propios para aislarla, porque la botella, una vez electrizada por el *Experimento de Leyden*, pierde verdaderamente su electricidad; pero esto solo se verifica lentamente, y tarda muchísimo á perderla del todo; pues todavia se le hallan algunas señales de ella muy sensibles despues de mas de 36 horas; bien que es constante, por mas que digan algunos Autores, que esta electricidad se conserva mejor y mas tiempo quando la botella está colocada encima de cuerpos de la naturaleza de los conductores, como metal, que quando está aislada, ó colocada sobre vidrio; proviniendo esto sin duda de que en el primer caso, el apoyo suministra las *afluencias* de materia eléctrica, y recibe en sí las *efluencias* de la botella; lo que no puede hacer tan bien una materia como el vidrio, que no se ha frotado ni calentado. (*Véase el Ensayo sobre la electricidad de los cuerpos por Nollet, pág. 203.*)

De todas las pruebas que hizo *Nollet* acerca del *Experimento de Leyden*, y de que informó á la Academia de las Ciencias, (*Véanse las Memorias de este Cuerpo, año de 1746, pág. 1 y sig.*) resulta lo que sigue.

1º La qualidad del vidrio que se emplea en este *Experimento* importa muy poco; parece que el mas comun como el mas fino producen igual efecto, siendo por otra parte iguales todas las cosas.

2º El vidrio no es la única materia con que se pueda hacer el *Experimento*; pues se le substituye con bastante felicidad, la porcelana, el esmalte, el pedernal, el cristal de roca, el talco &c.

3º Quando la botella es de un vidrio delgado es mejor que si fuera grueso.

4º Una botella grande vale mas que otra pequeña, pero hasta cierto punto; porque quando la superficie del vidrio es sumamente grande, no produce mayor efecto que

que si fuera menor, á no estar una gran parte de esta superficie cubierta de substancias de la naturaleza de los conductores.

5º Nada importa la figura, y se puede emplear indiferentemente una cápsula, una jofayna, ó una botella. (*Véase fig. 3.*)

6º Es necesario que el vaso de vidrio esté muy seco y enxuto por afuera, y aun por adentro en la parte que no está llena de agua.

7º Porque debe cuidarse de no llenarla del todo.

8º El agua que se pone en el vaso ó en esta botella, puede ser fria ó caliente; pero sin embargo, parece, que el efecto puede llegar á ser mayor con agua caliente; bien que como se exhala en vapor, moja la parte del vaso que ha de quedar vacía y seca; lo qual es un gran inconveniente.

9º Pueden substituirse al agua, mercurio, perdigones, tachuelas, limaduras de hierro, cobre &c. con felicísimo éxito; pero parece que el agua es mejor.

10º Los aceytes, el azufre derretido, el espíritu de vino, y en general todas las materias crasas ó espirituosas, hacen se malogre el *Experimento.*

11º El efecto es mayor y mas seguro, quando la botella descansa sobre la mano de un hombre, ó un apoyo electrizable por comunicacion, que quando se la dexa aislada; mas no puede dudarse de que en este último caso se electriza bastante para causar conmocion.

12º Es absolutamente esencial, que se establezca comunicacion no interrumpida entre la superficie exterior de la botella y el conductor que la transmite la electricidad.

13º Esta comunicacion puede hacerse por una sola persona que apoye una mano en la botella, al paso que con la otra excite una chispa del conductor; pero tambien puede formarse esta comunicacion con muchos individuos asidos de la mano ó de otro modo, y de los quales el primero tenga la botella, mientras el otro hace chis-

pear

pear al conductor : *Nollet* empleó hasta 300 personas con felicísimo éxito.

14º Esta misma comunicacion puede formarse con qualquiera otra cosa diferente de los cuerpos animados; pero es esencialísimo, que los cuerpos que se emplean á este fin, sean de los que se llaman *conductores*, esto es, de los que son electrizables por comunicacion.

15º No es necesario que estos cuerpos que forman la comunicacion esten aislados.

16º Los demas cuerpos que tocan á los que forman la comunicacion, no sienten la conmocion que estos experimentan.

17º Los cuerpos que forman la comunicacion, y en quienes se verifica la conmocion, no dan exteriormente ninguna de las señales ordinarias de electricidad: tampoco atraen ni repelen á los cuerpos leves que estan al rededor de ellos.

18º La conmocion en el *Experimento de Leyden* se transmite tanto por las materias fluidas como por las sólidas.

19º Esta misma conmocion se extiende á distancias prodigiosas en un abrir y cerrar de ojos.

20º Puede ser tan violenta, que mate animales; y los que perecen de este modo, despues de muertos se hallan en el estado de los que fallecen por algun rayo.

21º No es absolutamente necesario emplear un vaso hueco, ni tampoco llenarle de agua: un quadrado de vidrio cubierto de algun metal por una y otra parte, puede substituirse á la botella; pero entonces deben dexarse en ambas superficies dos pulgadas en los bordes sin cubrir (*Véase Lam. LXXII, fig. 4*), en donde el quadrado de vidrio *A* está colocado sobre una platina de metal que comunica con el conductor por la cadena *B*, cuya platina está aislada sobre una torta ó pan de resina *G*, y por consiguiente forma parte del conductor. Aquí se establece la comunicacion entre la superficie superior del quadra-

do

dó de vidrio, y la cadena *B* que viene del conductor por medio de la varita de hierro encorvada *C*; lo que da lugar á la explosion. (La conmocion en este caso es demasiado violenta para que uno mismo se exponga á servir de pieza de comunicacion; pues habiendo hecho el *Experimento* de este modo se han muerto animales.)

22º Un extremo de tubo de vidrio, ensartado en el conductor, puede servir tambien para hacer el *Experimento*, y causar la conmocion.

23º Igualmente puede hacerse muy bien el *Experimento de Leyden* con un vaso de vidrio que no contenga agua, ni metal; pero que esté bien purgado de ayre, como lo manifestó *Nollet* en 1747. (*Véanse las Memorias de la Academia de las Ciencias, año de 1747, pág. 24.*)

24º La comunicacion entre las superficies interiores y exteriores del vaso ó de la botella, no es necesaria, segun pretendió *Francklin*, pues el *Experimento* surte muy buen efecto, con un matraz *A* (*Lam. LXXII, fig. 5*) vacío de ayre, y sellado herméticamente, que se adapta al conductor, por medio de un tubo de hoja de lata *B* que recibe por un extremo el cuello del matraz, y por el otro entra en el conductor. Quando este matraz *A* está bien electrizado, aplicando algunos instantes una de las manos á su superficie, y procurando con la otra sacar una chispa del conductor *C*, se siente una violenta conmocion, y con esta prueba se deselectriza el matraz, como la botella comun. Aquí bien hay una comunicacion; pero no se extiende de la superficie exterior del vidrio á su superficie interior, puesto que el matraz *A* está sellado *herméticamente*.

25º Puede suceder (y se ha verificado alguna vez) que se sienta una conmocion semejante á la que caracteriza al *Experimento de Leyden*, frotando con una mano el espinazo de un gato, y teniendo la otra á muy corta distancia de la nariz del animal; pero sin embargo es preciso confesar que este efecto es muy raro, pues se requiere un tiempo muy favorable á la electricidad, y un gato muy electri-

zable. Para hacer la prueba se le debe poner encima de alguna tela de seda, y frotarle cierto tiempo antes de arrimar el dedo á su nariz.

De todos estos hechos, que en el dia estan bien probados, se saca la conseqüencia siguiente; á saber, que en el *Experimento de Leyden* consiste todo en electrizar con fuerza por comunicacion un cuerpo, de qualquiera especie (con tal que sea de los que se pueden tocar cierto tiempo sin deselectrizarlos), tocando este cuerpo por una parte al conductor aislado, por el que se electriza, y por la otra á un conductor aislado ó no, que saca una chispa del primero.

El modo con que hemos explicado este *Experimento* se debe enteramente á *Nollet*: ahora vamos á referir la opinion de otros Fisicos acerca de esta famosa botella, á fin de que el Lector pueda escoger la que le parezca mejor y mas conforme á los hechos.

Segun *Jallabert*, en el momento de la explosion, dos corrientes de un fluido muy elástico, movidas con violencia, entran y se precipitan en el cuerpo por dos caminos opuestos, se encuentran, se chocan, y su mutua repulsion causa una condensacion forzada de este fluido en diversas partes del cuerpo; cuyo fluido, tendiendo al mismo tiempo, por su elasticidad, á extenderse, dilata todas sus partes, y ocasiona el dolor que se siente en igual caso: esta explicacion se acerca mucho á la de *Nollet*.

Francklin se opone enteramente á estos dos. Cree 1º que el vidrio es absolutamente impermeable á la materia eléctrica, pero de modo que esta materia puede muy bien condensarse en el vidrio, mas nunca pasar inmediatamente de una superficie á otra, atravesando su espesor; 2º que una botella ú otro vaso de vidrio, esté ó no cargada, no contiene mas materia eléctrica en un caso que en otro. Esto supuesto, pretende que el fuego eléctrico pasa del conductor electrizado á la superficie interior de la botella, á la que toca el cuerpo conductor, que se ha

pues-

puesto en ella, como agua, metal &c., y que al mismo tiempo la superficie exterior pierde tanta quanta adquiere la superficie interior; de modo que quando la superficie interior ha adquirido tanta como tenia, la superficie exterior queda totalmente despojada de ella, y entonces la botella está cargada, pues en su opinion, la superficie interior ya no puede recibir mas, quando la exterior tampoco la puede perder, pues no la tiene. Para verificar la descarga de esta botella es preciso establecer entonces con cuerpos conductores una comunicacion íntima entre las dos superficies de la botella, cuya comunicacion es, en su sentir, esencial: entonces el exceso del fuego eléctrico de la superficie interior pasa con suma violencia por medio del cuerpo conductor que sirve de canal á la superficie exterior que ya está despojada de él: este tránsito repentino del fuego eléctrico causa la conmocion. (*Véase* ELECTRICIDAD.)

Le Roy explica esta conmocion de un modo diferente de todos los anteriores, como puede verse en la Enciclopedia, Artículo *Golpe fulminante*; es como sigue:

Atendidas las diferentes propiedades del vidrio y de los cuerpos electrizables por comunicacion procurarémos hacer ver de qué modo debe resultar de esta disposicion y propiedades un choque en la persona que executa el *Experimento*. Por las propiedades del vidrio, se advierte, 1º que electrizada el agua por medio del hilo de metal que viene del conductor, debe electrizar al vidrio en todos los puntos en que le toca, pues como hemos dicho, el vidrio se electriza así por comunicacion; claro está tambien por qué no debe llenarse de agua la botella mas arriba de cierta altura, y por qué debe estar muy seca en toda la parte exterior é interior sobre la superficie del agua; pues si este líquido subiese demasiado en la botella, ó estuviesen húmedas las dos superficies, la *Electricidad* podria escurrirse por lo largo de estas superficies, transmitirse á la mano &c., y desde aquí perderse por el suelo; con lo que el vidrio ya no podria electrizarse porque

 ya

ya no quedaria *Elettricidad*; y he aquí la necesidad de un intérvalo, borde ó márgen de vidrio, que separe á las dos substancias electrizables por comunicacion y que se tocan. En segundo lugar se ve que la mano, que es un cuerpo electrizable por comunicacion, tocando á la botella por su superficie exterior, debe precisar á que una parte de la electricidad que recibe la interior, atraviese al vidrio, como diximos sucedia en igual caso. 3º Que de este modo, despues de cierto tiempo de electrizacion, esta botella adquiere la propiedad de poder suministrar *Electricidad* por su superficie interior, y de chuparla exteriormente por los poros correspondientes á los que se han electrizado adentro. Comprehendido esto bien, y teniendo presente que todos los cuerpos electrizables por comunicacion, contienen mucho fluido eléctrico, se conocerá cómo debe experimentarse un choque, quando, teniendo la botella de una mano, se saca con la otra una chispa del conductor; porque en el momento que se excita esta chispa, se adquiere fluido eléctrico, que tiende á descargarse por todas partes, y que en efecto caeria al suelo por entre los zapatos del que opera, si al mismo instante no le atraxese el fondo de la botella; y como al mismo tiempo que con una mano se saca la chispa del conductor, la botella chupa la electricidad de la otra mano que la toca, segun diximos, es consiguiente experimentar á un tiempo dos sacudimientos en las partes opuestas del cuerpo, esto es, en la muñeca de la mano que tiene la botella, y en la de la que saca la chispa. En efecto, en el brazo que excita la chispa se debe sentir un sacudimiento producido por el fluido eléctrico que entra en él, y en el que tiene la botella otro sacudimiento, al contrario, producido por el fluido que sale; y esto es lo que se siente no solo en las muñecas, sino tambien en los codos, como diximos al principio de este Artículo. Esta doble sensacion distingue de un modo muy preciso el efecto de este experimento del de una simple chispa que se saca del conductor; en este úl-

último caso solo se siente un sacudimiento, y este en la parte que saca la chispa, sí bien es cierto, que quando la electricidad es muy fuerte, tambien suele sentirse otro al mismo tiempo en el tobillo, por lo qué dixéron algunos Fisicos, que el choque del *Experimento de Leyden* solo se diferenciaba del que produce una simple chispa, por la fuerza; pero no atendian á esta doble sensacion simultánea, que siempre se recibe en este experimento, aun por débil que sea la electricidad, y que de este modo constituye, para decirlo así, su carácter.

El *Experimento* siguiente suministra una nueva prueba á favor de la explicacion que acabamos de dar de las causas del *golpe fulminante*.

Quedando todo lo mismo, supóngase á la botella colocada encima de un velador de madera, y dos personas con una mano cada una puesta encima, siempre en la parte que corresponde á la en que se halla el agua interiormente; si una de ellas saca una chispa del conductor, sentirán el golpe ambas al mismo tiempo; pero la que toca la botella y excita la chispa, recibirá el *golpe fulminante*; y la otra cuya mano descansa encima solo será herida, pero con bastante fuerza, en el brazo y muñeca de la mano que toca á la botella; porque quando una de las personas saca la chispa del conductor, el vidrio de la botella chupa el fluido eléctrico de todos los cuerpos que tocan á los puntos de su superficie exterior, correspondientes á los que toca el agua interiormente: luego no solo debe chuparlo de la persona que saca la chispa, y de este modo hacer que reciba el *golpe fulminante*, mas tambien de la que solo tiene su mano encima, aunque esta persona en modo alguno tenga parte en el resto del *Experimento*.

Antes de pasar mas adelante, conviene responder á una dificultad que se me podria proponer: segun Vm. (se me dirá) los sacudimientos que se experimentan en el *golpe fulminante*, son efecto de la entrada del fluido eléctrico

por

por un lado y de su salida por el otro; es así, que entrando este fluido por la mano que excita la chispa, y saliendo por la que tiene la botella, parece que estos sacudimientos deberian sentirse en ambas manos, y con todo se dice que se sienten en las muñecas, codos &c.: luego ¿como sucede esto? De este modo: No tanto la entrada y la salida del fluido eléctrico en un cuerpo producen un efecto ó una sensacion, quanto el modo con que sale ó entra este fluido; porque la transmision de la electricidad de un cuerpo á otro que le toca inmediatamente, se verifica sin choque, sin chispa, finalmente sin ningun efecto aparente; al paso que executándose de un cuerpo á otro que no le toca, siempre hay chispa y choque. Y así, electrícese una cadena de hierro que no esté tirante, y cuyos eslabones se hallen á alguna distancia unos de otros; el tránsito de la electricidad del uno al otro será sensible por una chispa que saldrá sucesivamente de cada uno de ellos; pero si la cadena está bien tirante de modo que todos los eslabones se toquen muy íntimamente, la transmisión se hará de un extremo á otro en un momento y sin advertirlo. Apliquémos esto á lo que pasa dentro de un hombre que hace el experimento del *golpe fulminante*: en este se hallan articulaciones en las muñecas, en los codos, en las espaldas &c., en cuyas partes no es muy perfecta la continuidad; luego se parecen en algun modo á los eslabones que no se tocan inmediatamente; de donde se sigue, que debe haber una especie de choque quando la electricidad pasa del uno al otro, segun hemos dicho se observa. Mas sin embargo, el dedo no dexa de sentir cierto dolor, pero de una fuerte picazon ardiente; y si la mano que toca á la botella no siente nada regularmente, es porque descargándose el fluido eléctrico por todos sus poros, la impresion que hace es demasiado débil para advertirse; á fin de cerciorarse de que esta es la única causa, basta tocar solo á la botella con las puntas de los dedos en lugar de apoyar la mano entera sobre ella; pues en es-

estas se sentirá un dolor muy vivo haciendo el experimento, porque entonces el fluido eléctrico causa una impresion muy sensible saliendo solo por el corto número de poros de las puntas de los dedos.

El experimento que hemos referido arriba no solo parece que confirma nuestra explicacion de los efectos de la *botella de Leyden*, sino tambien la mayor parte de los que con ella pueden hacerse; por lo que quando forma parte de un sistema de cuerpos electrizados, aunque desde luego la electricidad parezca mas débil que quando no la hay, sin embargo aumenta sucesivamente hasta llegar á ser muy fuerte: lo qual sucede quando esta botella ha adquirido la mayor virtud posible, con respecto á la intensidad de la fuerza eléctrica que viene del globo. Entonces se dice, que está cargada, y la electricidad llega á ser en cierto modo constante, y no aumenta ni disminuye á cada instante, como sucede quando esta botella no forma parte del sistema de los cuerpos electrizados; de suerte que viene á ser como una especie de receptáculo para la electricidad. Este efecto es una conseqüencia natural de lo que diximos mas arriba acerca de la propiedad que tiene el vidrio, de suministrar fluido eléctrico por la superficie que lo ha recibido, y de chuparlo por la que lo dió; porque con esta propiedad se ve que quando se ha electrizado fuertemente el vidrio de la botella de Leyden, dando el globo menos electricidad, el vidrio vuelve á dársela al agua &c., chupándola de la persona ó del apoyo no eléctrico en que está colocado; estando la fuerza que tiene el globo y la botella para dar ambos electricidad, en equilibrio, como diximos, si es lícito hablar en estos términos, quando esta se halla bien cargada. Por la misma razon tambien se ve, que la virtud que tiene esta botella de conservar mucho tiempo su electricidad es una conseqüencia de la misma propiedad; y en efecto, mientras conserva la facultad de chupar fluido eléctrico de los cuerpos que la tocan, conserva tambien la de suministrarla, y por consiguiente

de

de parecer eléctrica, durando el tiempo que esta botella conserva su electricidad, algunas veces treinta y seis, quarenta horas, y aun mas.

[*Nollet* fué el primero que pensó en mandar hacer este *Experimento* á muchas personas á la vez; con motivo de su novedad, lo hizo á presencia del Rey en la gran galería de Versalles con 240 personas, á las que se juntáron todos los Señores que acompañaban á S. M. Como este *Experimento* es una de aquellas cosas, segun diximos al principio de este Artículo, de las que no puede tenerse idea sino en quanto uno mismo las experimenta; poco tiempo despues, deseoso el Rey de saber lo que era esto fué al Gabinete de las Medallas, en donde se hallaban los instrumentos de este Académico, y allí hizo el *Experimento* varias veces con personas de su comitiva. *Le Monnier*, el Médico, le repitió en la cerca de los Cartujos, haciendo parte de un círculo formado por dos hilos de hierro, cada uno de 95 toesas de largo, habiendo observado que era instantáneo. *Waston* y algunos Individuos de la Sociedad Real de Londres hiciéron tambien *Experimentos* muy curiosos sobre el particular, que omito por no molestar, pero que parece acreditan que la extension del círculo eléctrico, que era de quatro millas no impidió el efecto del *Experimento* que se sintió instantáneamente en todos los puntos de tan vasto recinto. Lo mas singular en este *Experimento* es que sin embargo de haber interrumpido á propósito la cadena el espacio de dos millas, de suerte que la conmocion solo podia comunicarse desde el observador que se hallaba en la extremidad del hilo de hierro, al otro observador que distaba de él dos millas, por el suelo, no impidió esta circunstancia, como acabamos de decir, que saliese bien el *Experimento*. Finalmente los experimentos de la misma clase que hizo *Jallabert* en 1749 son tan singulares, que no pueden omitirse aquí. De ellos habla *Nollet* en sus Cartas, pag. 202: „Establecí (*habla Jallabert*) una máquina eléctrica en una galería situa-

tuada sobre el Ródano, á doscientos cincuenta pies, poco mas ó menos, debaxo de nuestra máquina hidráulica: suspendióse un matras, destinado para los *Experimentos* de la conmocion, de una barra de hierro electrizada inmediatamente por un globo de vidrio; y del extremo de este matras colgaba un hilo de hierro sumergido algunas líneas en el Ródano: otros hilos de hierro atados á la barra, y sostenidos por cordones de seda, iban á parar cerca de varias fuentes públicas. Habiéndose frotado el globo, arrimando la mano á estos hilos de hierro se sacaban chispas que causaban la sensacion de una ligera picazon; pero si alguno, comunicando con una mano al agua de qualquiera de las fuentes, presentaba la otra al hilo de hierro que iba á parar á ella, experimentaba una fuerte conmocion &c."

Es de observar, que las aguas que eleva esta máquina hidráulica, se llevan á un receptáculo á mas de 1400 pies de ella; bien entendido que está mas arriba del Ródano 131 pies, y que desde este receptáculo se distribuyen á los diferentes quarteles de la ciudad.]

Entre tan diferentes opiniones sobre este famoso *Experimento*, ¿quál preferirémos por mas fundada? La respuesta es muy dificil; pues hay *Experimentos* que parecen decisivos á favor de cada una de ellas; y sobre todo los hay que parece prueban la verdad de las dos opiniones mas opuestas, á saber, la de *Nollet* y la de *Francklin*, porque las demas en cierto modo parece dimanan de ellas. Las dos corrientes opuestas que sostiene *Nollet*, y que estan tan bien probadas en todos los demas fenómenos eléctricos, no lo son menos en este segun lo acredita el *Experimento* que sigue. En un quaderno de papel de 18 ó 20 hojas mas ó menos, pónganse tres chapas delgadas del estaño que sirve para azogar los espejos, esto es, una en medio, y otra á cada lado despues de la primera ó segunda hoja: hecho esto, dispóngase que la conmocion pase por entre el espesor de este quaderno guarnecido

como acaba de decirse; y si la conmocion es muy fuerte, las dos chapitas de estaño exteriores se hallarán agujereadas; lo que no se verificará en la de en medio. Claro está que es imposible que una solo corriente produzca este efecto.

La única corriente que sostiene *Francklin*, como tambien una de las superficies de la botella sobrecargada de materia eléctrica, al paso que la otra carece de ella, parece que igualmente se prueban con el *Experimento* siguiente, que me indicó *Deparcieux*. Cárguese una botella por su gancho, de modo que el conductor que la electriza, comunique con la superficie interior; quítesela despues su gancho, con un cañuto de lacre, para que no pierda parte alguna de su electricidad; póngase esta botella sobre la platina de la máquina neumática, cubierta con un recipiente, y hágase el vacío. Operando én la obscuridad se verá que el fuego eléctrico sale con abundancia del cuello de la botella, y se divide en muchos caños que se encorvan para dirigirse al vientre de ella: vuélvase á comenzar el *Experimento* con la diferencia de cargar la botella por el vientre; y entonces se verá que el fuego eléctrico sale del vientre, saltando en varios chorros, que se encorvan para entrar en el cuello de la botella. ¿No prueba esto que la superficie que se ha puesto en comunicacion con el conductor aislado, está sobrecargada de fuego eléctrico, al paso que la otra tiene menos del que necesita?

Estos hechos, que al parecer se contradicen, aumentan mas y mas la dificultad, quando se quiere explicar el *Experimento de Leyden*; y procediendo de buena fe confesarémos ingenuamente que todavía no nos hallamos con la instruccion suficiente acerca de esta maravillosa botella, para dar razon de la conmocion que causa.

Quiérese tambien que sea necesario poner un cuerpo conductor en el interior de la botella; lo qual no es así; pues si en lugar de agua, ó de limaduras de hierro ó de cobre se pone vidrio molido ó machacado, el *Experimento*

to surte el mismo efecto; y aun la conmocion es muy fuerte. (*Véase* Electricidad.)

EXPIRACION. Accion por la que el pecho de los hombres y animales, arroja contrayéndose una parte del ayre que habia recibido en la *inspiracion.* (*Véase* Inspiracion y Respiracion.)

EXPLOSION. Grandísima dilatacion repentina de qualquiera substancia. Inflamando pólvora se reduce de repente á vapores en gran manera dilatados por la inflamacion, haciendo una *Explosion* tanto mayor quanto es mas considerable la cantidad de la pólvora inflamada. Caliéntese agua en una vasija muy bien cerrada, y si el calor llega á ser tan fuerte, que comunique al agua una fuerza expansiva mayor que la resistencia de la vasija, en el instante revienta, se reduce el agua á vapores, hace una terrible *Explosion*, y es capaz de esfuerzos prodigiosos. (*Véase* Marmita ú olla de Papin, y Bomba de fuego.) El ruido que se oye en igual caso es efecto del ayre herido por el vapor dilatado.

EXTENSIBILIDAD. Propiedad que tienen algunos cuerpos de poderse extender y alargar mas de lo que les es natural, como les sucede á las cuerdas, pues se alargan quando se las estira con cierta fuerza. La *Extensibilidad* tambien es propia de los metales, porque se extienden al martillo, tanto mas quanto son mas dúctiles. (*Véase* Ductilidad.)

EXTENSIBLE. Epíteto que se da á los cuerpos que pueden extenderse. (*Véase* Extensibilidad.)

EXTENSION. Especie de movimiento por el que se alarga un cuerpo. Por medio del movimiento de *Extension* y el de contraccion, son los músculos los principales agentes de los movimientos de los cuerpos (*Véase la Obra* de Borelli, *intitulada*: De motu animalium.) La mayor parte de los animales de la clase de los *gusanos*, y algunos *reptiles* deben su movimiento progresivo al de *Extension* y contraccion.

Extension. Los Geómetras entienden por esta palabra las tres dimensiones, á saber, *longitud*, *latitud y profundidad*: luego pueden distinguirse tres especies de *Extensiones*; en longitud solo, que se llama *línea*; en longitud y latitud únicamente, y se llama *superficie*; en longitud, latitud y profundidad, que se llama indistintamente *sólido*, *cuerpo* ó *volúmen*.

EXTENSO. Llámase de este modo una cosa que tiene extension. (*Véase* Extension.)

EXTINCCION. Acto de apagar el fuego ó una luz, esto es, de detener la accion del fuego ó de la luz. El agua apaga el fuego, porque cubriendo la superficie del cuerpo inflamado, impide el contacto del ayre, fluido absolutamente necesario para la combustion. (*Véase* Agua, Ayre y Combustion.)

EXTRACCION. *Término de Química.* Es la separacion que se hace de algunas de las partes de un cuerpo de las demas partes del mismo cuerpo. Y así quando se separa el aceyte de olivas de la pulpa que le contiene, se llama esto la *Extraccion* del aceyte.

* EXTRACTO. Si quisiéramos tomar esta palabra en el sentido mas general de que es susceptible, significaria substancias separadas de qualquiera cuerpo compuesto, por medio de un menstruo conveniente; pero por la palabra *Extracto* se entieden mas comunmente las substancias separadas de los vegetales por medio del agua.

Para hacer el *Extracto* de una substancia vegetal se la pone en infusion ó á hervir, según su naturaleza, en suficiente cantidad de agua, á fin de extraer efectivamente de ella los principios, que puede disolver este menstruo. Si la materia vegetal, de que se quiere hacer el *Extracto*, es suculenta, xugosa y aquosa por sí misma, entonces no se necesita sujetarla á la infusion, ni á la decoccion; pues se exprime el xugo que contiene toda la materia del *Extracto*, porque el agua que encierra naturalmente la planta hace lo que la que se emplea para la infusion ó decoccion.

Des-

Despues se evapora la infusion, la decoccion ó el xugo de la planta hasta que estas materias se hayan reducido á una consistencia mas ó menos blanda; pues hay *Extractos* á los que solo se da una consistencia de pasta, que por lo mismo se llaman *Extractos blandos*: otros hay que se evaporan hasta la sequedad, y se llaman *secos* ó *sólidos*.

El liquor cuyo *Extracto* ha de formar la evaporacion casi siempre está cargado de mayor ó menor cantidad de materias feculentas, resinosas ó térreas, que turban su transparencia, porque no se disuelven en el agua. Acostumbrase separar de él estas materias, clarificándolo con clara de huevo ó de otro modo, antes de hacer se evapore en consistencia de *Extracto*. La utilidad que resulta de separar la materia feculenta es que entonces los *Extractos blandos* están menos expuestos á la fermentacion y á enmohecerse; pero, como el principal intento que se tuvo en los *Extractos* fué conservar, quanto fuese posible, principios de la planta, parece que convendria mas no clarificar el liquor del *Extracto*, y hacerlo evaporar hasta la sequedad para libertarlo de toda alteracion.

Como los *Extractos* deben parecerse, quanto se pueda, al mismo vegetal de que se han sacado, solo deben evaporarse á un calor suave, y en el baño de maría, porque un calor fuerte siempre altera mucho los principios delicados y muy compuestos de los vegetales. Pero para evitar el inconveniente de una evaporacion prolongada mucho tiempo, lo que podria ocasionar una fermentacion en la materia del *Extracto*, conviene acelerar esta evaporacion lo posible, y se consigue distribuyendo el licor en un número suficiente de vasijas chatas y ensanchadas por la boca, reduciéndolo de este modo casi todo á superficie. Así preparaba el *Conde de la Garaye* lo que llamaba sus *sales esenciales*, que no son otra cosa que *Extractos* sólidos, pero los mejores y mas perfectos que se pueden tener.

De lo que acabamos de decir acerca de los *Extractos* se

se sigue que estas preparaciones son un conjunto de todos los principios próxîmos de los vegetales, y principalmente de los que puede disolver el agua, y que no son bastante volátiles para disiparse al grado de calor del agua hirviendo: luego contienen, ó deben contener, quando estan bien hechos, quanto tenia el vegetal, de materia gomosa y mucilaginosa, de substancia amarga ó azucarada, de materia xabonosa; esto es, aceytosa, hecha disoluble en el agua por su union con una substancia salina; finalmente todas las sales esenciales, ácidas ú otras, ó todas las materias salinas que contenia en estado salino. En los *Extractos* bien hechos debe hallarse tambien la porcion de principios aceytosos, resinosos y térreos, que aunque indisolubles en el agua, han pasado al xugo en la infusion ó deccoccion del vegetal; á no ser que en ciertos *Extractos* haya razones particulares para excluir estas materias ú otras. Parece tambien, que si se quisieran hacer *Extractos* que en realidad contuviesen, quanto es posible, propiedades y virtudes de las plantas, no deberia bastar hacer la extraccion por el agua sola, y sí por el espíritu de vino, y confundir juntamente las substancias extraidas al auxîlio de estos dos disolventes.

El sabor de casi todos los *Extractos* es amargo ó salado, y casi siempre tienen su punta de caramelo ó de quemado; pero esta última qualidad es un vicio que proviene de que los *Extractos* se han reducido á la debida consistencia por un calor demasiado fuerte, que no puede menos de alterar considerablemente, y aun destruir, las substancias que contienen los *Extractos*.

Muchos *Extractos* secos ó sales esenciales del *Conde de la Garaye* se humedecen en gran manera al ayre, y aun se resuelven á liquor; cuya propiedad les viene de que sus partes salinas se hallan separadas de los principios resinosos y térreos del vegetal, y de este modo se ponen casi enteramente al desnudo: estos *Extractos* deben conservarse en botellas muy bien tapadas.

Lo

Lo que queda de una planta ó de una parte de vegetal, despues de hecho el *Extracto* por medio del agua, principalmente contiene aquellos principios del vegetal, cuyo disolvente no es el agua, y que no se han podido separar en la operacion del *Extracto*, ó por la accion de algun intermedio: son los principios térreos, resinosos, aceytosos, y cierta ***materia glutinosa*** que parece esparcida en todo el reyno vegetal, y que no se disuelve ni en el agua, ni en el espíritu de vino. Este último menstruo aplicado al residuo del vegetal, agotado por el agua, todavía haria de él una especie de *Extracto* por la disolucion de los principios en quienes tiene accion; pero no lo disolveria todo. Del mismo modo, si se aplicára al *Extracto* hecho por el agua, le quitaria muchas materias salinas y xabonosas, igualmente disolubles en los menstruos aquosos y en los espirituosos, y lo que entonces quedase del *Extracto* aquoso podria mirarse como la materia verdadera y puramente extractiva aquosa: principalmente se compondria de ciertas especies de substancias salinas, mucilaginosas ó gomosas. Pero todas estas distinciones, que sin embargo convendria mucho hacer en los *Extractos* preparados para el uso de la Medicina, no se usan, y pertenecen al *análisis por los menstruos*, que apenas se ha principiado, como el del reyno animal; mas habiendo comenzado á observarlos muy buenos Químicos, como *Rouelle*, podemos esperar que estos análisis harán en breve progresos considerables. Las diferencias que se han notado en los *Extractos* hechos al auxîlio de varios disolventes hasta estos últimos tiempos casi no han influido en la Farmacia, excepto en algunos *Extractos* que se han mandado hacer con vino, vinagre, y otros menstruos diferentes del agua pura. Pero ¿qué trabajo é investigaciones no se necesitan todavía para conocer con claridad la naturaleza y cantidad de los principios próxîmos de los vegetales y animales que se encuentran en los *Extractos* que de ellos se hacen ó pueden hacerse por diferentes menstruos, como tambien las nuevas combina-

na-

naciones ó separaciones de estas substancias que se hallan mezcladas y confundidas en los *Extractos*, y que deben variar mucho, segun la naturaleza del excipiente ó disolvente, y en razon del grado y duracion del calor que se emplea para dar á los *Extractos* su consistencia? Macquer, *Dicc. de Química*. *

* EXTRACTO DE MARTE. Nombre que se ha dado en la Farmacia á una preparacion, que, hablando con propiedad, no es un *Extracto*, y sí solo la combinacion del hierro con el ácido tartaroso, que se llama la *tintura de Marte*, reducida por la evaporacion á consistencia de *Extracto*. *Ibi*. *

FIN DEL TOMO IV.

ERRATAS.

Pág.	*Lin.*	*Dice*	*Léase*
45	34	mucha........	*mucho*
58	1	sumergerá...	*sumergirá*
76	14	se han.......	*se ha*
118	29	agitado.......	*agitada*
176	5	*Roy*...........	Royal
244	28	aleadas.......	*aleados*
339	14	divergerán..	*divergirán*
362	19	del lugar....	*de lugar*



